B 3108 DX

Funkschau

8

Zeitschrift für Radio- und Fernsehtechnik, Hi-Fi und Elektronik

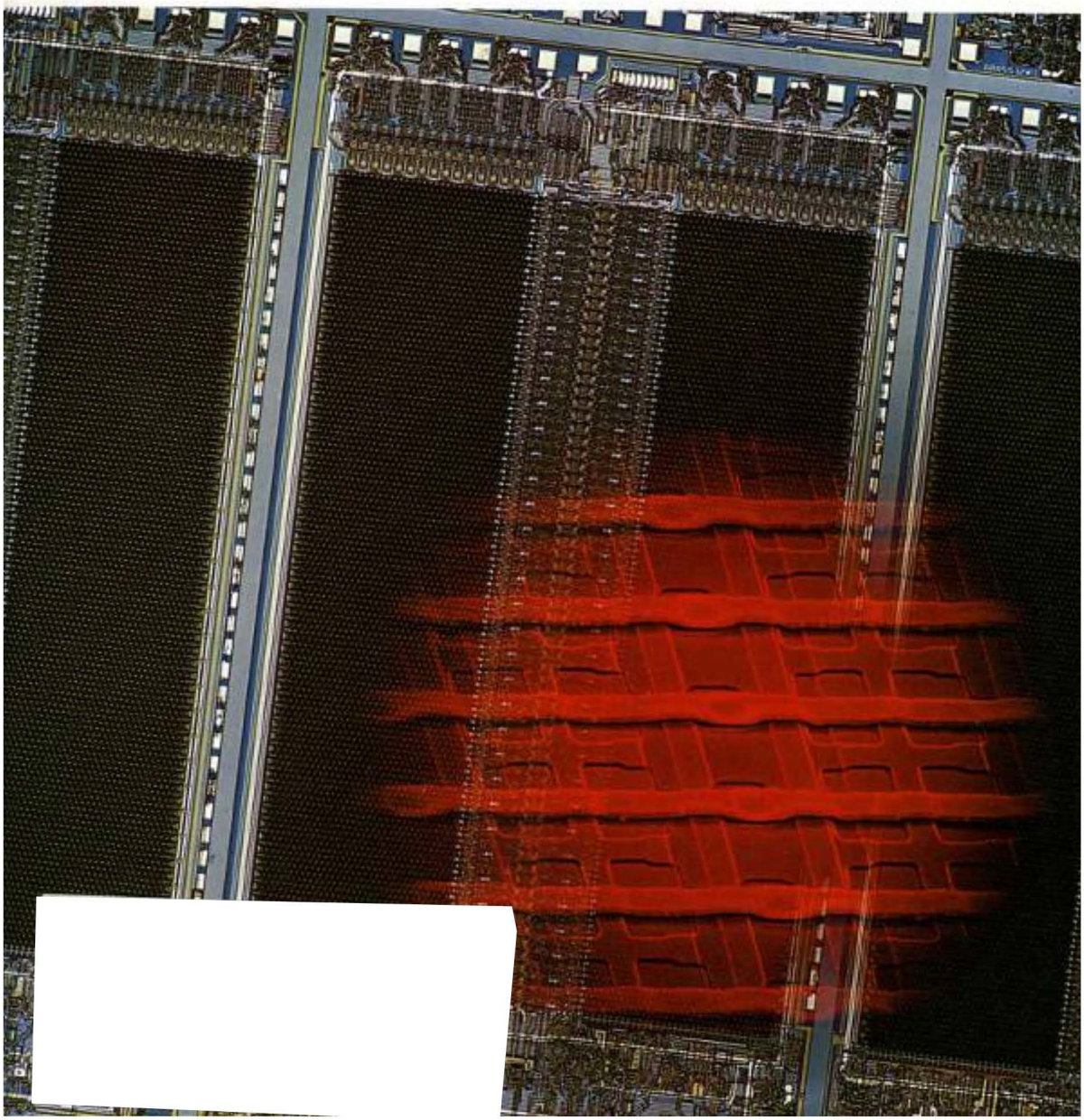
50. Jahrgang
7. April 1978
DM 3,50
öS 30.– sfr 4.–

Größtintegration von Halbleitern – Stand und Zukunft

Erfahrungen mit der Heliochrom-Farbbildröhre

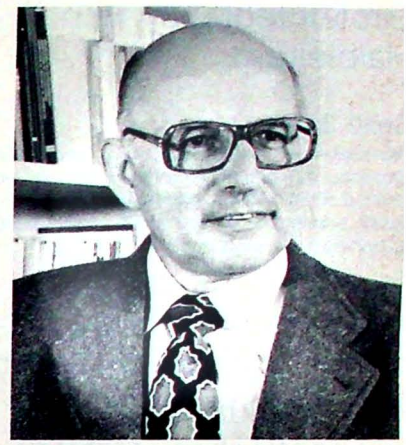
Modul-Radio – Tendenzen der Rundfunkschaltungstechnik

Bauanleitung: Miniatur-Digitalvoltmeter



Die Jagd geht auf:

Betamax + VHS contra VCR



In aller Kürze geht es los: Sony führt in Düsseldorf seinen Betamax-Heimvideo-Kassettenrecorder erstmalig öffentlich vor und will mit der Lieferung beginnen. Matsushita dürfte mit VHS bald folgen. Dann geht die Jagd auf. Die Japaner wollen Europa ebenso für ihre Heim-Videorecorder erobern wie es ihnen, fast aus dem Stand, in den Vereinigten Staaten gelungen ist. Drüben haben es die Elektronik-Giganten wie RCA und Zenith nicht geschafft, ein eigenes System verkaufsfähig zu entwikkeln. Alle Hersteller sind den verlokkenden Angeboten der Japaner erlegen; sie erwerben deren VHS- und Betamax-Geräte und versehen sie mit der eigenen Marke. Das ist wirtschaftlich nicht gut. Die Wertschöpfung liegt in den japanischen Fabriken; für den amerikanischen Hersteller bleibt, weil er ja Wiederverkäufer ist, nur eine schmale Rendite, zumal die Preise für die Kassettenrecorder noch vor der vollen Marktdurchdringung schon im Keller sind. Tiefstpreis: 779 Dollar.

Der europäische Beobachter dieser Szene erkennt einmal mehr, daß die amerikanischen Fabriken für braune Ware den falschen Weg gingen und jetzt die Quittung dafür bekommen. Schon immer betrachtete der Europäer das stiere Kostenbewußtsein der amerikanischen Hersteller mit Erstaunen; der letzte halbe Dollar wurde in der Fertigung herausgequetscht. Dabei ging man so weit, daß an der Entwicklung gespart wurde. Das rächt sich auf die Dauer: Die enorm entwicklungsorientierten japanischen Elektronik-Produzenten spielen die Amerikaner bei der Konsumelektronik glatt an die Wand – bei Fernsehempfängern ebenso wie bei Heim-Videorecordern. Wer in dieser Welt des rapiden Fortschritts der Elektronik nicht forscht und entwickelt, ist langfristig der Verlierer. Da nützt es wenig, daß die US-Halbleiterindustrie noch immer führend in der Welt ist. Ohne Rückhalt bei der dominierenden US-Computerindustrie und dem militärischen Sektor wäre sie in einer anderen Situation; die Konsumelektronik bietet den Ingenieuren in Silicon Valley kein Stimulans.

Europa – du hast es besser! So könnte man, wenn auch etwas zweifelnd, den bekannten Ausspruch über Amerika variieren. Insbesondere die bundesdeutsche Fernsehgeräteindustrie, kräftig motiviert durch die fleißigen Halbleiterhersteller dieses Kontinents, fertigt Farbfernsehempfänger, die Weltmaßstäbe setzen. Mag man auch über die „Spielereien", etwa beim Bedienungsteil, gelegentlich lächeln – die ausländischen Kunden honorieren es. 1977 konnten 1,2 Millionen Farbgeräte exportiert werden. Wollen die Japaner auf diesem Gebiet Erfolge haben, so müssen sie sich der deutschen Entwicklungslinie anpassen. Das gelingt ihnen wohl, aber... sie sind es, die sich anpassen. Nicht sie setzen die Trends.

Zurück zum Videorecorder. Hier hatte Philips sehr frühzeitig mit dem VCR-System einen europäischen Standard aufgebaut, von dem es bis heute zwei Normen gibt: das ältere 1-Stunden- und das neuere 150-Minuten-Modell. Grundig, als der deutsche Marktführer, schloß sich an und brachte die 2-Stunden-Ausführung weit früher als Philips heraus, wenn auch um den Preis von allerlei Einführungsbauchschmerzen. Womöglich steht von dieser Seite eine 4-Stunden-Version ins Haus, was leider einen dritten Standard bedeuten würde. Die ITT geht mit Grundig, also mit VCR, Loewe Opta übernimmt VCR von Philips. Und die anderen deutschen und europäischen Firmen? Erste Vollzugsmeldung kam von Saba; man hat mit Matsushita/JVC über 10 000 VHS-Maschinen abgeschlossen. Nordmende bekennt sich ebenfalls zu VHS. Die anderen großen Deutschen haben sich offiziell noch nicht entschieden.

Zweifellos haben die japanischen Geräte – es sind in praxi nur zwei: VHS und Betamax – dem VCR gegenüber den Vorzug des geringeren Bandverbrauches und der daraus resultierenden kleineren Kassetten. VCR hat 560 m $^1/_2$-Zoll-Band in seiner Kassette, VHS 240 m und Betamax gar nur 144 m. Ob sich der geringe Bandverbrauch auf die Bildqualität negativ auswirkt, werden wir in Kürze erkennen, sobald die Japaner am Markt sind. 560 m gegenüber 144 m – den Philips-Leuten ist dieses Mißverhältnis ein Dorn im Auge. Wir könnten uns vorstellen, daß die Eindhovener hier ansetzen werden – schwerlich mit einem kurzfristig auf schnellen Erfolg getrimmten Crash-Programm, sondern mit einer gründlichen Entwicklung unter Einsatz von sehr vielen guten Ingenieuren und von noch mehr Geld.

Was da in Wien für den Anfang der 80er Jahre heranreift, dürfte, so unsere Meinung, ein neues System sein, das auch eine Klippe umschifft, die bei den japanischen Geräten mit ihrer extrem niedrigen Bandgeschwindigkeit Schwierigkeiten zu machen beginnt: die Qualität der Tonwiedergabe! Der Ton wird bekanntlich bei allen Systemen längs des Bandes aufgezeichnet, seine Güte hängt also von dessen Geschwindigkeit ab. Bei VCR sind es 6,56 cm/s, bei VHS 3,33 cm/s und bei Betamax gar nur 1,87 cm/s.

Der Fortschritt ist kein Jet, er verläuft zumeist in kleinen, logischen Schritten. Daher wird es noch mindestens acht oder zehn Jahre dauern, bis die Halbleiterindustrie uns Speicher beschert, die die Konstruktion eines Videorecorders ohne bewegte Teile ermöglichen. Daß das das Fernziel aller Entwicklungen sein muß, ist unsere feste Überzeugung.

Karl Tetzner

Größtintegration von Halbleitern

Seite 318

Integrierte Schaltungen haben längst Eingang in die Konsumgeräte gefunden. Wir stehen aber erst am Beginn einer technischen Entwicklung – als Größtintegration oder VLSI bezeichnet –, die Lösungen zuläßt, die gestern auch für die Optimisten noch undenkbar waren. Begriffe, wie Videotext, Bildschirmtext und Hauscomputer, stehen für Konzepte, die in naher Zukunft durch diese Technik der Größtintegration verwirklicht werden können.

Weit über 1000 Bauelemente pro mm^2 werden bald Stand der Technik sein, so daß bis über eine Million Bauelemente auf einem Kristall integriert werden können.

Die Einflüsse elektromagnetischer Größen auf den Menschen

Seite 334

Diese Arbeit versucht aufzuzeigen, daß es außer den thermischen, chemischen und den anderen bekannten physikalischen Wirkungen von Spannung, Strom, magnetischen und elektrischen Feldern und deren Frequenzen auch Einwirkungen auf das Biosystem Mensch gibt, die bisher, besonders dem Elektrofachmann, wenig bekannt waren, aber jetzt zunehmend Beachtung finden.

Der Leser wird sich mit Recht fragen, wie homöopathische Größen von µV, µA und magnetische Felder von 10^{-9} Oe wirken sollen, wenn gleichzeitig unsere „elektrotechnische Umwelt" Störfelder von einigen Zehnerpotenzen mehr erzeugt.

Modultechnik in Rundfunkempfängern

Seite 343

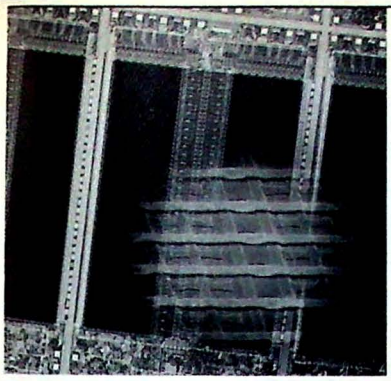
Die Aufteilung der Bauelemente des Hf-Teiles von Rundfunkempfängern in Funktions-Moduln begann mit der Einführung der UKW-Technik zu Beginn der 50er Jahre. Eine Standardisierung kompatibler Baugruppen konnte sich jedoch erst mit der Einführung von Transistorschaltungen durchsetzen.
Für den AM-Empfänger hat sich eine Aufteilung als nicht sinnvoll herausgestellt, weil es zweckmäßiger war, Bereichsumschalter, Ferritantenne und Mehrfach-Drehkondensator mit der Druckplatine zu kombinieren. Erst durch die elektronische Abstimmung und die Bereichsumschaltung mit Schalter-Dioden konnten diese Nachteile vermieden werden.

Miniatur-Digitalvoltmeter für Batterie- und Netzbetrieb

Seite 365

Als preiswerte Alternative zu dem in FUNKSCHAU 1976, Heft 24, beschriebenen vollautomatischen Digital-Multimeter stellen wir hier ein reines Voltmeter vor, bei dem auch auf die automatische Bereichsumschaltung verzichtet wurde.

Die Bereichs-Endwerte sind von 0,2 V bis 2000 V dekadisch gestuft, der Eingangswiderstand ist größer als 10 MΩ, und die erreichbare Meßgenauigkeit beträgt etwa 0,1 %. Die Eichung läßt sich mit einer handelsüblichen Mallory-Zelle durchführen. Der erste Teil der Bauanleitung beschreibt zunächst einmal die Schaltung; ein Bausatz ist im Fachhandel erhältlich.



Inhalt

ZUM TITELBILD: Halbleiterkristall eines dynamischen 16 k x 1-bit-Schreib-/Lese-Speichers (RAM). Neben den gleichmäßigen Strukturen der Speicherzellen ist die periphere Ansteuerlogik deutlich zu erkennen. Auf der eingeblendeten Elektronenmikroskopaufnahme ist die typische Speicherzellenstruktur eines dynamischen RAMs zu sehen. Siehe auch S. 318 dieses Heftes. (Aufnahme: Cantzler/Valvo.)

Leitartikel
Die Jagd geht auf: Betamax + VHS contra VCR

FUNKSCHAU express
Der Bauelemente-Markt in Europa 315
Aktuelle Nachrichten 313, 314, 316

FUNKSCHAU aktuell
Erster funktionsfähiger Magnetblasen-Chip 317
Philips/MCA-Bildplatte wird zwei Stunden spielen 317

Halbleiter
Größtintegration von Halbleiter-Bauelementen 318
Infrarot-Fernbedienung mit 1024 Befehlen 323

Röhren
Flache Elektronenstrahlröhre 326
Die Heliochrom-Farbbildröhre A 66-501 X 331

Farbfernsehempfänger
Leistungssparende Vertikalablenkschaltung für Farbfernsehempfänger, 1. Teil 327

Biophysik
Einflüsse elektromagnetischer Größen auf den Menschen 334

Elektroakustik mit Hi-Fi
Vocoder für Sprachverfremdung und Klangeffekte, 2. Teil 337
Mit 1,368 km/h den Tonkopf entlang 337
Ein Tonabnehmer mit neuen Ideen 341
Die interessante Schallplatte 342
Hi-Fi-Nachrichten 342

Rundfunkempfänger
Modul-Radio – Entwicklung, Stand und Tendenzen der Technik in Hf-Baugruppen für Rundfunk-Empfänger, 1. Teil 343

Meßtechnik
Nf-Generator mit niedrigem Klirrfaktor 347

Professionelle Technik
Ampelsteuerung mit Mikrocomputer 348

Ausstellungen
Viel Elektronik auf der Spielwarenmesse 349
Hobbytronic '78: Ein voller Erfolg ... 353

Amateurfunktechnik
Frequenzmodulation phasengeregelter Oszillatoren 355
Relaisfunkstelle mit Mikrocomputer 357

Bauelemente
Kaltleiter verhindert Flackern beim Einschalten von Leuchtstofflampen 356

Ausbildung
Lehranlage für blinde Telefonisten .. 358

Ausländsbericht
Brief aus den USA 359

Tonspeicherung
Von der Tonwalze zur Bildplatte, 11. Teil 360

Mikroprozessor
Praxis mit Mikroprozessoren, 19. Teil 363

Praxis & Hobby
Miniatur-Digitalvoltmeter für Batterie- und Netzbetrieb, 1. Teil ... 365
Reedkontakt-Sicherung 369
Frontplattenbeschriftung durch Fotoverfahren 369
Stabilisation für hohe Spannungen 370
Aussteuerungsanzeige mit UAA 180 370

Werkstattpraxis
Video-Kassettenrecorder synchronisiert nicht 371
Bandgeschwindigkeiten stimmen nicht mehr 372

Rubriken
Neue Druckschriften 372

Die nächste FUNKSCHAU bringt unter anderem:

Das Sonnenauge – ein Solarzellen-Modul
Antiope – die französische Teletext-Version
Gegenwärtiger Stand des europäischen Funkrufdienstes
Farbfernseh-Projektionsgerät mit hellem 152-cm-Bildschirm
Praxis & Hobby: Diavertonung + Duovision = perfekte Diaschau, Frequenzanzeige für 2-m-Synthesizer

Heft 9 erscheint am 17. April 1978 · Preis 3,50 DM

In letzter Minute:

Betamax in Europa-Version

Akio Morita, Präsident der Sony Corp., taufte sein liebstes Baby eigenhändig in Düsseldorf. Er stellte die Europa-Version dieses vielbesprochenen, mit Vorschlußlorbeeren bedachten Video-Kassettenrecorders namens Betamax SL 8000 E vor, die Pal-Version des in Japan und in den USA seit langem eingeführten Modells. Die FUNKSCHAU hat das Gerät in seiner Originalausführung schon mehrfach besprochen. Was sich nunmehr sozusagen technisch/politisch am deutschen Markt abspielen wird, ist im Leitartikel dieses Heftes skizziert.

Features des neuen Modells, dessen Verkaufspreis sich irgendwo knapp unter 2800 DM einspielen wird, sind u. a. eine Schaltuhr mit Vorwahl für drei Tage, Ein-Tasten-Bedienung für Aufnahme, Fernsehtuner mit acht Speichertasten, nicht nur Hf-Ein- und -Ausgang, sondern auch Video- und Audio-Ein- und -Ausgänge, Pausentaste für Kurzunterbrechung bei der Aufnahme und Standbildbetrieb bei der Wiedergabe. Diese Funktionen sind fernbedienbar; das Fernbedienteil ist ebenso wie eine Leerkassette im Preis enthalten.

Sony liefert vier Kassetten: L 125 für 30 Minuten Spieldauer, L 250 für 65 Minuten, L 500 für 2 Std. 10 Min. und L 750 für 3 Std. 20 Min. Letztere dürfte im Handel um 50 DM kosten, die 2-Stunden-Kassette um 40 DM.

Bei der Konstruktion dieses Gerätes haben die japanischen Ingenieure die Erfahrung mit dem weltbekannten und weitverbreiteten U-matic-Gerät verwertet, etwa indem der Betamax-Einfädelmechanismus nach dem U-Loading-System arbeitet. Genau wie beim U-matic-Gerät wird dazu eine Einfädelautomatik verwendet. Die Kopftrommel ist in Sandwich-Technik ausgeführt, d.h. die Videokopfscheibe rotiert zwischen einem feststehenden Ober- und Unterteil, woraus sich der Vorteil einer exakt gerade verlaufenden Videospur ergibt. Das kommt der Kompatibilität zugute.

Technische Daten:

Horizontalauflösung (Farbe): 270 Zeilen
Rauschabstand: >42 dB
Spurbreite Video: 32,8 µm
Frequenzgang Audio: 50...8000 Hz
Rauschabstand Audio: >40 dB
Bandgeschwindigkeit: 1,873 cm/s
Relativgeschwindigkeit: 5,83 m/s

Das April-Heft der

ELO

bringt u.a. folgende Beiträge:

Diagnose durch Dr. Computer? – Elektronik in der Medizin
Berichte von der Spielwarenmesse und der Hobby-tronic '78
Sensor-Dimmer
Lok-Geräuschgenerator
Minicalibrator

Preis: 2.80 DM
Franzis-Verlag, München

Funkschau

Fachzeitschrift für Radio- und Fernsehtechnik, Elektroakustik und Elektronik

Herausgeber
FRANZIS-VERLAG GmbH
Karlstr. 37, 8 München 2, Postanschrift: Postfach 37 01 20, 8 München 37, Fernruf 0 89/51 17-1, Fernschreiber (Telex) 52 23 01, Postscheckkonto München 57 58-8 07.
Verlagsleiter: Peter G. E. Mayer
Gesellschafter: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer KG, München (100 %).

Redaktion:
Chefredakteur: Prof. Karl Tetzner
Ressortredakteure:
Joachim Conrad (Hörfunk- und Antennentechnik, Funktechnische Arbeitsblätter, Ingenieur-Seiten)
Ing. (grad.) Herwig Feichtinger (Praxis & Hobby, Digitaltechnik)
Ing. Gunter Knauft (Bauelemente, Amateur- und CB-Funk, Neuheitenmarkt)
Dipl.-Ing. Ulrich Radke (Fernsehtechnik, Service-Seiten)
Prof. Karl Tetzner (funkschau-express, Wirtschaft, AV, profess. Nachrichtentechnik)
Weitere Redakteure:
Henning Kriebel, Ing. Hans Wilhelmy
Nachdruckrechte, Sonderdrucke und Lizenzen: Siegfried Pruskil
Hersteller: Robert Hufnagel
Franzis-Labor: Ing. (grad.) Christian Rockrohr

Anzeigen:
Anzeigenleiter: Gerhard Walde
Disposition: Rosemarie Holzbach
Telefon (0 89) 51 17-2 36
Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 22

Auslandsvertretungen: **Schweiz:** Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1HF, phone: 01-3 85 77 23. telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N.Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Die FUNKSCHAU erscheint vierzehntäglich, jeweils freitags (26mal im Jahr).
Druckauflage dieses Heftes:
129 500

Bezug:
Vertriebsleiter: Peter Habersetzer
Bestellungen nehmen jede Buchhandlung im In- und Ausland, die Deutsche Bundespost und der Verlag entgegen. Die Kündigung des Abonnements ist bei jährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Kalenderjahresende, bei vierteljährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Quartalsende möglich.

Bezugspreis: Das Einzelheft kostet 3.50 DM. Der Abonnementspreis für das Vierteljahr (6 bzw. 7 Hefte) beträgt 21.– DM. Das Kalenderjahresabonnement (26 Hefte) kostet im In- und Ausland 78.– DM. In diesen Preisen ist die gesetzliche Mehrwertsteuer in Höhe von 6 % enthalten: in den Abonnementspreisen auch die Versandkosten. Einzelpreis in ausländischer Währung: bFr. 67.–/dkr 9.50/hfl 4.10/öS 30.–(Jahresabo öS 720.–)/sfr 4.– (Jahresabo sfr 84.–)/Fr. 7.50 (Jahresabo Fr. 165.–).

Auslandsvertretungen: **Belgien:** Internationaal Persagentschap PVBA, Karel Govaertsstraat 56-58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern).

Frankreich: Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Verantwortlich für den Textteil: Joachim Conrad, für den Anzeigenteil: Gerhard Walde, beide in München.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Walter Erb, Wien.

Druck: Franzis-Druck GmbH, Karlstraße 35, 8000 München 2. Fernsprecher (0 89) 51 17-1

Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens zulässig hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wissenschaft GmbH, Großer Hirschgraben 17/21, 6000 Frankfurt a. M. 1, von der Einzelheiten der Zahlungsmodalitäten zu erfahren sind. Nach dem Gebührenmarkenverfahren ist je vervielfältigte Seite eine Gebührenmarke von DM –.40 zu verwenden. Gebührenmarken können von der VG Wissenschaft bezogen werden.

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen und Schaltungen in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. die Schaltungsentwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte und Schaltungen mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.

Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

ISSN 0016-2841

Industrie INLAND

Nach komplizierten aktienrechtlichen Transaktionen und Verhandlungen hält AEG-Telefunken nunmehr 75 % des Grundkapitals der Hartmann & Braun AG gegenüber bisher knapp 50 %. Jetzt liegen die Namensstammaktien und nahezu sämtliche Inhaberstammaktien des Aktionärs-Pools von H & B bei AEG-Telefunken. Nunmehr wird der Konzern seinen Einfluß geltend machen, damit geeignete Schritte zur Stabilisierung der geschäftlichen Situation von Hartmann & Braun eingeleitet werden.

Die Siemens AG und die Intel Corp. erzielten eine Übereinkunft, derzufolge Siemens die Mikrocomputerfamilie 8048 liefern wird; die Fertigung nimmt Siemens noch in diesem Jahr auf. Diese Vereinbarung fällt unter das bestehende Kooperationsabkommen, auf Grund dessen Siemens die 8-bit-Prozessor-Familie 8085 fertigen wird. Neben dem Vertrieb der 1-Chip-Mikrocomputer-Familie 8048 hat Siemens mit Vertrieb und Service der Entwicklungs-Hilfssysteme für die Familien 8085 und 8048 begonnen.

Die bundesdeutsche Elektroindustrie investierte im Jahr 1976 etwa 4,2 Mrd. DM für Forschung und Entwicklung. Dieser Betrag ist etwas höher als der Gesamtaufwand dieser Industrie für Erweiterung und Rationalisierung der Fertigung. Das geht aus einer Untersuchung des Zentralverbandes der elektrotechnischen Industrie – ZVEI – hervor. Spitzenreiter war der Fachbereich Nachrichtentechnik, der je Beschäftigten nahezu 8000 DM in Forschung und Entwicklung (F + E) steckte. – Im Durchschnitt der Elektroindustrie sind es für diese Zwecke 4300 DM. Interessant ist die Auswertung nach Beschäftigten-Größenklassen. Unternehmen bis 1000 Mitarbeiter geben 2,5...3 % für F + E aus, Unternehmen zwischen 1000 und 2000 Beschäftigten 4,5...5 %, Unternehmen mit mehr als 2000 Mitarbeitern aber durchschnittlich über 7,5 %!

Die NCR Deutschland erzielte im Geschäftsjahr 1977 einen Umsatz von 504,3 Mio. DM (+ 5,3 %). Der Jahresüberschuß stieg um 2,9 auf 15,1 Mio. DM. 33 Mio. DM und damit 4 Mio. DM mehr als 1976 wurden investiert. Für 1978 strebt die NCR Deutschland einen Umsatz von 600 Mio. DM an.

Eine Kalibrierstelle des Deutschen Kalibrierdienstes für Meßgeräte der Nachrichtenmeßtechnik wurde bei Rohde & Schwarz, Werk Köln, durch einen Vertrag mit dem Bundeswirtschaftsministerium und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt errichtet. Das Kalibrieren von Normalen und Meßgeräten kann von gewerblichen Unternehmen bei dieser Kalibrierstelle in Auftrag gegeben werden. Das 1960 gegründete Rohde & Schwarz-Werk Köln ist das größte deutsche Industrie-Service-Center für die elektronische Meß- und Nachrichtentechnik. Es hat 200 Mitarbeiter und erbringt jährlich allein an Kalibrierleistung 40 000 Arbeitsstunden. Die Meßmöglichkeiten des Kölner Standard-Labors reichen von Gleichspannung im µV-Bereich bis zu Wechselspannungen von 26 GHz, wobei die Meßunsicherheit beispielsweise $2 \cdot 10^{-6}$ bei 1 V Gleichspannung und $1 \cdot 10^{-10}$ bei 1 MHz beträgt.

Industrie AUSLAND

In den USA halten sich Gerüchte, denen zufolge die Fernsehgeräte- und Haushaltgerätefabrik Admiral zum Verkauf steht. Das Unternehmen wurde in jenem dramatischen Jahr 1974 von Rockwell für 77,7 Mio. Dollar erworben, als auch Philco, Magnavox und die Fernsehabteilung von Motorola den Besitzer wechselten. Seither macht Admiral laufend Verluste; in den vier Jahren unter Rockwell wurden 74 Mio. Dollar Defizit ausgewiesen, voll zu Lasten der Fernsehgeräteabteilung; die weiße Ware macht Gewinn. Inzwischen wurden zwei Werke in den USA und eines in Mexiko geschlossen und die Produktion nach Taiwan verlegt. Jetzt steht aber auch diese Fabrik zum Verkauf; es meldete sich u. a. Zenith als Käufer, nachdem das Unternehmen seine Produktion in den USA drastisch einschränken wird.

Das County Community College in Blytheville/Arkansas-USA gab eine Solarzellenanlage mit einer Leistung von 362 kW bei der Solarex Corp. in Auftrag. Sie umfaßt mehr als 50 000 Silizium-Konzentrationszellen. Wie die deutsche Solarex-Vertretung (Contronic Solar-Electronic, Hamburg 60) bekanntgab, ergibt sich mit dieser Anlage ein Kostenpreis von 6 Dollar/Watt, wobei allerdings nicht bekannt ist, ob es sich dabei um die Gesamtkosten oder nur um die der Solarzellen allein handelt, d. h. Montage, Spannungsregulierung und vor allem die Akkumulatoren ausgeklammert sind.

Die italienische Fernsehgeräteindustrie ist unzufrieden. Nach Einführung des Farbfernsehens kam es zu einem Nachfragestoß, der aber weitgehend von ausländischen Herstellern bestritten wurde, u. a. von bundesdeutschen Firmen, weil die einheimische Industrie, aus welchen Gründen auch immer, noch nicht richtig vorbereitet war. Abträglich wirkte sich Anfang 1977 auch die Stabilisierungskrise aus. Der Branchenführer Zanussi machte daher bei einer Parlamentsanhörung den Vorschlag, alle italienischen Fernsehgerätehersteller sollten sich zusammenschließen und einen gemeinsamen Strukturplan aufstellen. Wie sich dazu die von ausländischen Konzernen in Italien betriebenen Unternehmen stellen, ist offen. U. a. sind im italienischen Fernsehgerätebau Großfirmen wie AEG-Telefunken, Grundig, Motorola, Philips und neuerdings Sanyo tätig.

Museum

Auf der diesjährigen Hauptversammlung des Vereins Deutsches Rundfunk-Museum in Berlin wurde Ing. Joachim Korn (Philips) in seinem Amt als 1. Vorsitzender bestätigt. Neuer 2. Vorsitzender wurde Günter Körste vom SFB nach dem Ausscheiden von Prof. Dr. Rainer Kabel. Beisitzer sind die Herren Werner Goldberg (SFB), Karl-Heinz Roger (Loewe Opta) und Michael Maass (Rias). Ulrich Thiele bleibt Geschäftsführer. Joachim Korn zeichnete ein positives Bild von der Zukunft des vielbesuchten Berliner Rundfunk-Museums. An neuen Plänen mangelt es nicht. U. a. steht ein Vorschlag für eine Sonderausstellung „100 Jahre Lautsprecher" zur Diskussion. Für das Untergeschoß des Gebäudes am Funkturm soll anläßlich der Funkausstellung 1979 eine neue Ausstellung entwickelt werden. Eine neue Konzeption im Museum wird in jedem Fall die Eröffnung des Internationalen Congress Centers (ICC), terminiert für April 1979, mit einbeziehen.

Die Feierstunde „50 Jahre FUNKSCHAU" am 10. März in München erwies sich als ein beträchtlicher Erfolg. Ein sehr großer Kreis Gratulanten aus Industrie, Handel, Instituten, Presse, der Funkamateure und der Leserschaft hörten die Begrüßungsworte von Verlagsleiter Peter G. E. Mayer, der Positives über die Entwicklung der Franzis-Gruppe im abgelaufenen Jahr berichtete.

FUNKSCHAU-Chefredakteur Prof. Karl Tetzner legte dar, wie es alle Beteiligten geschafft haben, diese „50 Jahre" zu erreichen, und er erläuterte den Werdegang der FUNKSCHAU, beginnend mit der Beilage „Der Bastler" im Januar 1927 in der „Bayerischen Radio-Zeitung". Erich Schwandt, seit 1928 zunächst Autor, dann Redakteur der Zeitschrift und nach dem Krieg bis 1971 Verlagsleiter, verlas eine Laudatio auf den heutigen Verlagsleiter Peter Mayer. Den eigentlichen Festvortrag „Vom Bastler zum Profi" hielt der weltbekannte Erfinder des Pal-Farbfernsehsystems, Prof. Dr.-Ing. Walter Bruch. Er erntete viel Beifall. Noch Stunden nach Beendigung des offiziellen Teils saßen die aus dem In- und Ausland angereisten Gäste angeregt beisammen.

Zur Person

Cay Baron Brockdorff, Geschäftsführer der Loewe Opta GmbH, Berlin/Kronach, schied auf eigenen Wunsch und im gegenseitigen Einvernehmen aus dem Unternehmen aus, wo er seit 1967 für den Bereich Vertrieb verantwortlich war. Diese Aufgabe übernimmt der Sprecher der Geschäftsführung, Dieter Motte. – Baron Brockdorff ist am 25.8.1923 in Berlin geboren und durchlief nach dem Wehrdienst eine kaufmännische Lehre bei der Rosenthal-Isolatoren GmbH, stieg dort zum kaufmännischen Werksgruppenleiter auf und ging 1961 als Geschäftsführer zur Graetz Vertriebs GmbH, die ihn zum Generalbevollmächtigten ernannte. Seit 1962 hat sich Baron Brockdorff in mehreren Unterverbänden des ZVEI betätigt, in dessen Vorstand er 1972 berufen wurde.

Erwin Stahl, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesministerium für Forschung und Technologie, hat im März den Kuratoriumsvorsitz bei „Jugend forscht" übernommen. Bei dieser Gelegenheit wurde bekannt, daß 1978 ein Rekordjahr wird: 1721 Schüler haben sich gemeldet. Insbesondere erhöhte sich der Anteil der Arbeiten aus dem Bereich der Berufs- und Fachoberschulen.

Peter Brand, 52, gebürtiger Berliner und altgedienter Journalist, vornehmlich im Firmenpressewesen tätig gewesen, übernahm die Redaktion der Hauszeitung „Wir bei Philips". Sein Vorgänger **Martin Wehrsig** trat nach 25jähriger Arbeit an dieser Publikation in den Ruhestand.

Jürgen F. Simon, Jahrgang 1935, Vertriebsleiter der G.E.C. Fernseh- und Phonotechnik GmbH, Ratingen/Düsseldorf, wurde vom Londoner Mutterhaus per 1. März zum alleinigen Geschäftsführer ernannt, behält aber die Vertriebsleitung bei. **Gerhard Detlefs,** bisheriger Geschäftsführer, der das deutsche Zweigunternehmen des englischen Konzerns ab 1973 aufbaute, verläßt die Branche und folgt dem Ruf eines internationalen Unternehmens, wo er zum Geschäftsführer bestellt wurde.

Dr. Werner Wendrich, 49, übernahm die Leitung des neugeschaffenen Geschäftsbereiches Entwicklung und Forschung bei Stettner & Co., Lauf/Nürnberg. Damit wurde er Mitglied der Geschäftsleitung dieses auf Technische Keramik und Elektronik-Bauelemente spezialisierten Unternehmens mit 1500 Mitarbeitern. Dr. Wendrich kommt von der Berliner Firma Richard Jahre, bei der er zuletzt zwölf Jahre die Technische Leitung innehatte.

Wilhelm Küchler, 33, ist am 1. Februar zum Verkaufsleiter der Trio Kennwood Electronics GmbH, Heusenstamm bei Frankfurt/Main, ernannt worden.

Eberhard Kaulbach, 37, Gesellschafter der Berliner Firma Klaus Drewitz, wurde neu in den Fachbeirat der Elektro Dauer Garantie Reparaturversicherungs AG, Hannover, berufen. Er folgt damit seinem verstorbenen Chef Klaus Drewitz, Obermeister der Radio- und Fernsehtechniker Innung Berlin, der dem Beirat seit 1975 angehört hatte.

Riccardo Novelli ist der neue Bereichsdirektor Italien der GTE Sylvania N.V. Er arbeitete ursprünglich für Siemens in Italien auf dem Gebiet der Mikrowellen-Verbindungen und kam später zur GTE-Telecommunications in Mailand. Novelli stammt aus La Spezia und studierte am dortigen Technischen Institut. (GTE = General Telephone & Electronics, auch Mutterhaus der Saba-Werke; Sylvania: Farbbildröhrenfabrik der GTE in Tienen/Belgien).

Dr. Paul G. Stern, Vorstandsmitglied Technik der Braun AG, Frankfurt/Main, wurde zum Vorstandsmitglied Operations ernannt, womit er die weltweite Verantwortung für den Bereich Haustechnik übernahm. Davon unberührt untersteht der Bereich Unterhaltungselektronik weiterhin direkt dem Vorstandsvorsitzenden Alfred M. Zeien.

Bernhard Krieg, geschätzter Ressortredakteur für Hi-Fi bei der FUNKSCHAU, wechselte als Chefredakteur zur Hi-Fi-Zeitschrift „Klangbild" im Keller-Verlag, Starnberg/München.

Dr. Rolf Elschner, 33, wurde Produktmanager Audio bei Akai International, 6072 Dreieich, und betreut Tonbandgeräte und Hi-Fi-Komponenten. Der studierte Diplom-Physiker war längere Zeit freier Mitarbeiter bei Bose gewesen.

Jürgen Schlomski, 40, bisher in der Werbeabteilung von Blaupunkt, wurde Presse- und Informationsleiter bei Akai International. Zu seinen Aufgaben gehört auch die redaktionelle Bearbeitung der Händler-Information „Akai-Aktuell".

Ausbildung und Forschung

Mitte März wurden im Wissenschaftszentrum Bonn die zehn in die bundesdeutsche Endrunde gekommenen Arbeiten im Philips-Wettbewerb der jungen Forscher von der Jury unter Prof. Dr. Hoimar von Ditfurth unter die Lupe genommen, um drei davon für die Europa-Endrunde in Eindhoven (29.5. bis 6.6.) auszuwählen. Die drei mit beträchtlichen Studienbeihilfen belohnten Arbeiten für die Endrunde sind: „Die Sprache der Affen", eine sehr sorgfältige, mit 30 Affen erarbeitete Untersuchung (Elke, Peter und Axel Zimmermann, Stuttgart). „Die Einstellung Jugendlicher zum Arzt" (Reinhard Lindner und Andreas Busse, Hamburg) und „die Polykondensation von Aminosäuren zu Proteinoiden" (Ulrich Wietelmann, Dortmund).

Kurz berichtet

Am 12. April wird man **im Valvo-Bildröhrenwerk Aachen-Rothe Erde intern die Fertigung der 25millionsten Bildröhre feiern.** ● Auf der Leipziger Frühjahrsmesse sind in der Serie der DDR-Farbfernsehgeräte „Chromat" und „Chromalux" auch **Modelle für Pal/Secam-Empfang in Modultechnik und mit 61-cm-Bildröhre aus russischer Fertigung ausgestellt worden.** ● Nach einem phänomenalen Aufstieg des CB-Gerätegeschäftes in den USA (1977: 1 Mrd. Dollar Umsatz) sind Schwächezeichen wegen Marktsättigung, überhöhter Inlandsproduktion und noch größerer Importschwemme unübersehbar. **Die Lagerbestände haben astronomische Höhen erreicht.** ● Die vom ungarischen Staat in Luxemburg gegründete Holding-Gesellschaft **Globinvest AG ist besonders aktiv beim Erwerb westlicher Firmen bzw. von Anteilen an solchen. 1977 wurde die Aktienmajorität der dänischen Radio- und Fernsehgerätefabrik Horsens für Tungsram/Budapest gekauft;** Orion/Budapest liefert Halbfertigwaren. Weitere Transaktionen auf dem Gebiet der Elektronik-Industrie scheinen bevorzustehen. ● **Gerüchte sprechen von dem möglichen Abzug des IBM-Direktionssitzes aus Frankreich sowie von der Verlagerung des „Central Ordering Point" vom Flughafen Orly** in ein anderes Land, sobald in Frankreich nach den März-Wahlen eine Linksregierung die Macht übernehmen würde. ● Erhebliche Mehraufwendungen für die Laser-Forschung empfiehlt das US-Amt für militärische Forschung in seinem dem Kongreß vorgelegten Jahresbericht. **184 Mio. Dollar sollen in die Weiterentwicklung von Laser-Waffen zur Zerstörung angreifender Raketen und Satelliten gesteckt werden.** ● Ende 1976 waren im Bereich der OPD Braunschweig 120, **ein Jahr später schon 700 elektronische Telexanlagen im Betrieb.** Die Gesamtzahl der Telexanschlüsse stieg 1977 um 5,7 % auf 5970. ● In den USA befassen sich einige Firmen, darunter die Electron Beam Microfabrication Corp. (San Diego/Kalif.) **mit der Herstellung von direktschreibenden Elektronenstrahl-Projektoren für die Bearbeitung von Masken und Wafern für VLSI, womit die Packungsdichte um Größenordnungen erhöht werden kann.** Die Anlagen haben ein Auflösungsvermögen von 0,5 µm und eine Positionierungsgenauigkeit von 0,2 µm; sie arbeiten mit 4-Zoll-Wafern, von denen pro Stunde 60 durchlaufen.

10 Jahre Elkose

Der Bauelementemarkt in Europa

Die ITT Bauelemente Gruppe Europa (Deutschland, Schweiz, Österreich) konnte 1977 für 750 Mio. DM umsetzen, was 2 % mehr als 1976 war, erklärte Dr. Jochen von Bonin. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß die Unternehmensgruppe die Produktion von Selengleichrichtern und von Schwarzweiß-Bildröhren in Esslingen einstellte, was einen Umsatzausfall von zusammen rd. 80 Mio. DM bedeutet. Schwierigkeiten bringt der zunehmende Importdruck (1977: +20 %), hervorgerufen durch Überkapazitäten auf dem In- und den Auslandsmärkten. Stützen des Bauelementebereiches waren die Hersteller von Konsumelektronik, jedoch konnte gegen Ende des Vorjahres auch eine gewisse Belebung im Investitionsgüterbereich festgestellt werden. Ein Hemmschuh beim Ausbau des Exports ist der Verfall des US-Dollars gegenüber der D-Mark; Preisreduzierungen der Bauelementehersteller zur Sicherung des Exportes werden laufend durch Wechselkursänderungen überholt, so daß sich die Ware aus Deutschland immer mehr verteuert, insbesondere bei Standardprodukten. Aber auch für besondere Techniken und Technologien wird draußen keinesfalls jeder Preis bezahlt. Hemmend ist ferner das hohe Lohnniveau in der Bundesrepublik; mit Gesamtkosten für eine Arbeitsstunde von 18,70 DM liegt Deutschland an der Spitze vor den USA und weit vor Japan (10,60 DM). Welche Gefahren hier für ein Land heraufziehen, das zu rd. 50 % vom Export lebt, liegt auf der Hand.

Ein Bauelementehersteller hat unter Berücksichtigung aller dieser Umstände nur dann eine Chance, wenn er innovationsfreudig ist und stets die neuesten Erkenntnisse für seine Produkte anwendet. Für die ITT bedeutet das u. a. die Anwendung von Schichtschaltungstechnik als logische Ergänzung zur IS auf der Halbleiterseite. Ein anderes Beispiel ist die Ableitung der Charge-Carrier-Anwendung aus der historischen, in Nürnberg besonders gepflegten Selen-Ladungsträgertechnik. Entwickelt wurden damit Trommeln für Fotokopierer und Folien als Zwischenbildträger in der Diagnosetechnik.

Im Konsum-Elektronik-Bereich erwartet die ITT Bauelemente Gruppe Europa in diesem Jahr eine Steigerung um 5...10 %; die Vorhersage für den Bau von Farbgeräten im Bundesgebiet: 3,5 Mio. Geräte[1]). Erstaunlich gut verläuft die Entwicklung bei VCR-Geräten, die optimistische Prognose für 1978 lautet: 300 000 Stück (!?)[2]). Dr. J. von Bonin erläuterte, auf welchen sonstigen Gebieten sich seine Bauelementegruppe u. a. tummeln wird: Weltmünzer, Tastentelefone, elektronische Fernschreiber, Rationalisierungseffekte in der Meß- und Regeltechnik für automatisierte Fertigung.

Bei der EDV zeichnet sich eine besonders positive Entwicklung in der mittleren Datentechnik ab. Die Nachfrage nach zunehmend intelligenteren Terminals mit Mikroprozessoren für die Fertigungsüberwachung nimmt zu, desgleichen nach Kassenterminals mit Mikroprozessoren.

Insgesamt umfaßt die Produktpalette der Bauelemente-Gruppe rd. 100 000 verschiedene Einzeltypen, die nach weltweit einheitlichen Qualitätsrichtlinien gefertigt werden. Mehr als 90 % der Produktion gelangt direkt an Großkunden, rd. 7,5 % jedoch über Distributoren an eine Vielzahl von kleineren Abnehmern. Dieser Prozentsatz steigt.

Für 1978 glaubt die ITT Bauelemente Gruppe Europa stückzahlmäßig nur an einen Anstieg um 3 %. Dem steht ein weiterer Preisverfall bei passiven Bauelementen gegenüber, der in Einzelfällen 25 % gegenüber dem Stand von Anfang 1978 betragen könnte. In der nahen Zukunft wird es bei etablierten Produkten nur noch zu einem recht geringen Zuwachs kommen; das Gesamtwachstum der Gruppe kann sich daher nur auf neue Produkte und zusätzliche Exportausweitung stützen, obwohl letztere, wie erwähnt, recht schwierig sein wird. Allein im letzten Jahr verteuerte sich der Export wegen der indirekten DM-Aufwertung und wegen des zunehmend spürbarer werdenden Protektionismus im Welthandel um fast 15 %. Fazit: Das Jahr 1978 wird schwierig werden, es dürfte aber zu bewältigen sein.

ITT-eigener Distributor

Die ITT Bauelemente Gruppe Europa gliederte sich im Jahre 1971 die drei Jahre vorher von Hans Burchartz in Schwieberdingen im kleinen Rahmen gegründete Firma Elkose (Elektronische Komponenten Service) an. Das Ziel des Gründers war der Vertrieb elektronischer Bauelemente für industrielle Anwendung auf eigene Rechnung nach dem in den frühen 60er Jahren in England und in den USA entwickelten System des Distributors (Vertragshändlers). Dieses Vertriebssystem hat für den Hersteller folgende klare Vorteile: Pufferlager für kleine Stückzahlen; Kostensenkung durch die Abgabe der Kleinaufträge, Zugang zu einem breiten Kundenkreis; Vermittlung direkter Kundenkontakte durch den Distributor bei Großaufträgen. Selbstverständlich hat auch die Kundenseite Vorteile wie Lagerverfügbarkeit der wichtigsten Bauelemente verschiedener Hersteller, Beschaffung aus einer Bezugsquelle, ebenso marktgerechte Preise wie beim Hersteller, ständige Preisinformation und laufende Information über technische Neuheiten.

Die Elkose entwickelte sich aus einer 3-Zimmer-Wohnung mit Kellerlager rasch zu einem bedeutenden Unternehmen; schon im November 1969 konnte ein eigenes Gebäude bezogen werden. Nach Übernahme durch die ITT wurde die Gesellschaftsform der GmbH gewählt. 1974 konnte der zweite Bauabschnitt beendet werden; er stellt 1800 m² Betriebsfläche zur Verfügung. Im Oktober 1978 kam ein Lager in Dortmund hinzu.

Bei der Distribution ist die EDV unerläßlich, müssen doch am Ort bis zu 40 000 Produkte für bis zu 10 000 Kunden bereitgehalten werden. Heute hat die mehrfach erweiterte und verbesserte EDV der Elkose folgende Ausrüstung: Nixdorf System 900M1 mit 80-Kbit-Kernspeicher, 3 Plattenstationen, 1 Bandstation-Zentraleinheit, Drucker und 13 Bildschirmterminals. Ein wichtiges Informationsmittel ist der 950-Seiten-Katalog, dazu die zehn Direktwerbe-Aktionen, die immerhin an 18 000 Adressen gehen. Der Lagerwert in Schwieberdingen erreicht 5,1 Mio. DM und in Dortmund 1,6 Mio. DM. Die Prognose bis 1982 sieht eine Verdoppelung des gegenwärtigen Umsatzes vor und die Eröffnung von weiteren Regionalbüros mit Lager. Nur-Verkaufsbüros werden abgelehnt. Schwerpunkt ist die Beschäftigung mit dem Mikroprozessor in Form von Kundenberatung und Lehrgängen, zunächst mit Erzeugnissen von Texas Instruments. Elkose führt rd. 30 Marken, darunter ganz beträchtliche Konkurrenten des Mutterhauses ITT wie TI, Valvo, Piher, Amphenol Tuchel usw.

K. T.

[1]) Diese von der ITT Bauelemente Gruppe Europa mitgeteilte Zahl ist nicht ganz verständlich, denn die Farbgerätefertigung im Bundesgebiet erreichte 1977 bereits 3.6 Mio. Stück.

[2]) Wahrscheinlich weit überhöht; Philips erwartet 1978 lediglich 90 000 Stück aus bundesdeutscher Fertigung.

Satellitentechnik

Die beiden Sonnenforschungssatelliten Helios 1 (Start: 10.12.74) und Helios 2 (Start: 15.1.76) haben die veranschlagte Lebensdauer von jeweils 18 Monaten längst überschritten und arbeiten nach wie vor einwandfrei. Beide haben den Raum Erde und Mond verlassen und kreisen um die Sonne; sie kommen ihr jedes Jahr auf 31 % bzw. 29 % des Abstandes Sonne-Erde nahe, ohne inzwischen durch die extreme Sonneneinstrahlung funktionsuntüchtig geworden zu sein. Die beiden Sonden sind die ersten von der Erde stammenden Raumschiffe, die näher an die Sonne herangekommen sind als der innerste der großen Planeten, der Merkur. Auch sind sie die ersten nicht in den USA oder in der UdSSR erbauten Raumfahrzeuge, die den Anziehungsbereich von Erde und Mond verlassen haben; ihr größter Erdabstand beträgt 300 Mio. km. Die Sonden werden von Oberpfaffenhofen aus gesteuert. Als Empfangsstationen dienen Anlagen bei Lichtenau (Weilheim/Obb) und das weltweite Netz der Nasa. Wie das BMFT mitteilt, wird die Doppelmission beider Helios-Sonden bis 1980 weiter betrieben werden, um auf diese Weise im Zeichen zunehmender Sonnenfleckentätigkeit die Dynamik des interplanetaren Mediums sowohl bei ruhiger Sonnenatmosphäre als auch im Zustand starker Störungen erforschen zu können. Voraussetzung ist, daß beide Sonden so lange funktionstüchtig bleiben.

Veranstaltungen und Termine

Eine Funk-Sternfahrt des Internationalen Motorboot-Verbandes (IBMV) wird am 3. Juni auf dem Bodensee nach Kesswil/Schweiz durchgeführt. Gastgeber ist die Kesswiler Segler-Vereinigung, Abteilung Motorboote-Seedienst-Rettungsdienst. Im Klubhaus dieses Vereins ist eine CB-Geräteausstellung vorgesehen. Um 15 Uhr gibt es eine Funk-Alarm-Seerettungsübung, Dauer etwa zwei Stunden.

Ein Internationales Funkamateur-Treffen in Passau veranstaltet der Verband der Funkamateure der Deutschen Bundespost e. V., Ortsverband Passau, am 24. und 25. Juni unter der Schirmherrschaft des Oberbürgermeisters von Passau, Dr. Emil Brichta. Auskünfte: Alois Aigner, DL 6 XE, Richterstr. 19, 8390 Passau 16.

Die DEFACTA '78 – Internationale CB-Funk-Fachmesse und Delegiertentreffen des Deutschen CB-Dachverbandes (DCBD e. V.) wird vom 23. bis 25. Juni im Konzil in Konstanz durchgeführt. Ideeller Träger ist der DCBD. Stände für die Ausstellung werden sowohl im Erdgeschoß als auch im ersten Stock des Konzilgebäudes bereitgestellt. Auskünfte: Organisationsbüro Osmund Schmidt, Franz-Rettig-Str. 19, 6750 Kaiserslautern 27, Tel. 06 31/7 01 65.

EUROCOM 78 ist für den 30. Mai bis 1. Juni in Kopenhagen terminiert. In Spezial-Sitzungen werden Themen wie „Die Medienstadt", „Video-Technologie 78", „Video International" und „Computer im Medienbereich" abgehandelt; der 30. Mai ist Übersichtsvorträgen und einer Gedächtnisvorlesung zu Ehren des verstorbenen Dr. Peter C. Goldmark vorbehalten. Auskünfte: A/S Forlaget Borsen, Seminar- and Conference Center, P.O.B. 2103, 2, Vognmagergade, DK-1014, Kopenhagen K.

Die Fachausstellung Mini/Micro in Frankfurt/M., ursprünglich geplant für den 14. bis 17. März, wird auf den Zeitraum 6. bis 9. Juni verschoben (vgl. Heft 5/1978, S. 168).

Die 50. Schweizerische Ausstellung für Fernsehen, Radio und Hi-Fi (fera) wird vom 30. August bis 4. September in den Züspa-Hallen, Zürich, abgehalten werden. Erwartet werden über 100 Aussteller, die voraussichtlich 500 Marken der Unterhaltungselektronik präsentieren. Auskünfte: Sekretariat der fera, Postfach 1732 Schwerzenbach, CH-8604 Volketswil.

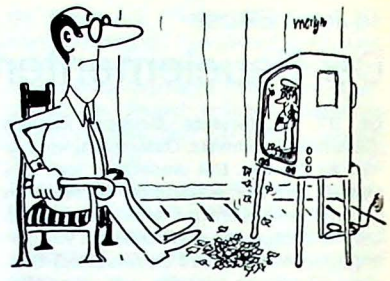
Ebenfalls Vortragsanmeldungen möchte die Fernseh- und Kinotechnische Gesellschaft (FKTG) für ihre 6. Jahrestagung vom 9. bis 13. Oktober 1978 in Trier haben. Themen sind Sender- und Empfängertechnik, Übertragungs- und Videotechnik sowie Filmtechnik. Kurzfassung von Referaten (200 Worte) sollen bis zum 12. Mai bei Dipl.-Ing. Herbert Fix, c/o IRT, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45, eingereicht werden. Die Vorträge müssen in das Zeitraster „30 Minuten" passen, d. h. 20 Minuten Vortrag, 10 Minuten Diskussion. Übrigens ist bereits der Termin für die 7. Jahrestagung der FKTG bekannt: 17. bis 21. September 1979 in Dortmund.

Der VII. Weltkongreß der International Federation of Automatic Control (IFAC) findet vom 12. bis 16. Juni 1978 in Helsinki/Finnland statt. Er umfaßt vier Plenarversammlungen, 60 technische Sitzungen, fünf Fallstudien und 16 Round-Table-Gespräche. Die Eröffnung des Kongresses wird im Finlandia-Haus durchgeführt, alle anderen Sitzungen in der TH Otaniemi bei Helsinki. Schirmherr ist der finnische Staatspräsident Dr. Urho Kekkonen. Auskünfte: IFAC 1978 Sekretariat, Postfach 192, SF 0010 Helsinki 10, Finnland.

Breadbord 78 ist der Name der offensichtlich ersten englischen Ausstellung für den Hobby-Elektroniker. Termin: 21. bis 25. November 1978. Ort: Seymour Hall, London W 1. Auskünfte: Mrs. Angela Larcombe c/o Trident Conferences & Exhibitions Ltd., Abbey Mead House, 23 a Plymouth Road, Tavistock, Devon, PL 19 8AU, England.

Handel und Vertrieb

Nachdem Graetz weitgehend als eine Marke angesehen wird, die mehr oder minder nur über den Fachgroßhandel vertreibt, löst die Mitteilung, daß zukünftig über Vertrags-Facheinzelhändler verkauft werden



wird, einiges Erstaunen aus. Graetz erwartet von dieser „Straffung der Distribution" eine Senkung der Vertriebskosten und damit eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Marke.

Der Technische Kundendienst (TKD) des Großversandhauses Quelle konnte 1977 eine geringe Abnahme der Garantiearbeiten verzeichnen (von 1,721 Mio. auf 1,710 Mio. Kundendienstfälle). Die reinen Garantiearbeiten nahmen um 7,4 % auf 967 000 Fälle ab. Die Kosten pro Garantiefall reduzierten sich um 1.50 DM. Der Technische Kundendienst von Quelle beschäftigt 2200 Mitarbeiter, er verbuchte 1977 Kosten in Höhe von 136,6 Mio. DM, denen Einnahmen von 73,1 Mio. DM gegenüberstanden, was einer Kostendeckung von 53,5 % (1976: 50,1 %) entsprach. An den Gesamtausgaben des TKD sind die Personalkosten mit 75 % beteiligt; diese haben steigende Tendenz, so daß die Reparaturkosten in diesem Jahr wahrscheinlich um 2...3 % angehoben werden müssen, nachdem sie 1977 stabil geblieben sind.

Videomaster Ltd., eine 1973 in England gegründete Firma für Bildschirmspiele, hat im Februar in Frankfurt/Main ihre Deutschland-Filiale eingerichtet. Das Unternehmen begann im genannten Jahr mit einem durch Importe aus den USA erzielten England-Umsatz von 280 000 DM; er kletterte im letzten Geschäftsjahr auf 18 Mio. DM und soll 1978 auf 32 Mio DM ansteigen. Wie aus dem Unternehmen verlautet, konnten 1977 europaweit 1,5 Mio Bildschirmspiele abgesetzt werden; auf Videomaster entfielen 250 000 Stück. Inzwischen ist das Vertriebsprogramm um ein Spielzeugauto erweitert worden, das auf akustische Anrufe reagiert, und um eine elektronische Türklingel, die anstelle des Klingeltons oder des üblichen Gongs bis zu 24 unterschiedliche Melodien spielt, darunter auch „God save the Queen"... (vgl. Heft 7/78, S. 287).

Loewe Opta übertrug seine österreichische Generalvertretung, einem führenden Großhandelsunternehmen, der Elin-Union, Wien. Zugleich endete die Zusammenarbeit mit der bisherigen Vertriebspartner in Österreich, der Wiener Hantor Warenhandelsgesellschaft mbH & Co. KG.

Produktionszahlen der bundesdeutschen Radio- und Fernsehgeräteindustrie

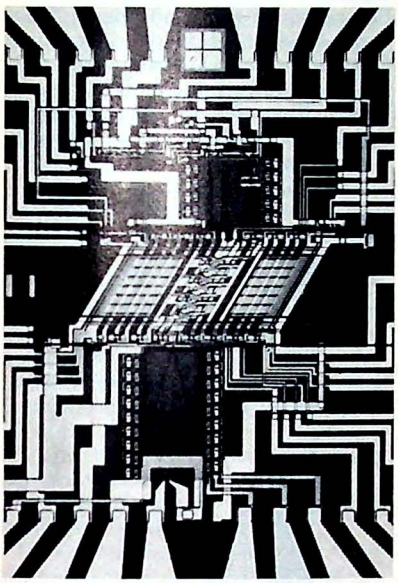
		Jahr 1977	Januar 1978	Jahr 1976	Januar 1977
Heim-	Stück	669 543	56 824	1 041 576	68 479 [1]
empfänger	Wert (Mio. DM)	265,4	25,6	383,4	26,2
Reise-, Auto- u.	Stück	4 223 874	303 635	3 639 435	367 069 [2]
Taschenempfänger	Wert (Mio. DM)	1062,0	78,7	796,5	88,3
Kombinationsgeräte u.	Stück	786 239	70 166	635 285	70 166 [3]
Musiktruhen	Wert (Mio. DM)	584,9	61,7	416,2	61,7
Fernsehempfänger	Stück	3 638 200	330 790	3 099 780	259 969 [4]
Farbe	Wert (Mio. DM)	4332,2	358,7	4063,2	328,9
Fernsehempfänger	Stück	752 059	48 868	874 193	46 860 [5]
Schwarzweiß	Wert (Mio. DM)	251,8	17,6	301,1	15,8

Bisher für Januar 1977 gültig gewesene Stück- und Wertzahlen:
[1]) 67 645/26,1; [2]) 363 047/88,2; [3]) 69 658/47,8; [4]) 258 486/332,2; [5]) 46 220/15,5

Erster funktionsfähiger Magnetblasen-Chip

Den ersten funktionsfähigen Magnetblasen-Chip haben Wissenschaftler der IBM hergestellt und getestet. Der experimentelle Mikroschaltkreis-Chip *(Bild)* enthält alle Elemente zum Lesen, Schreiben und Speichern von Informationen.

Der Speicherbereich erscheint in Form eines Parallelogramms in der Mitte des Bildes. Er hat auf dem Original-Chip eine Länge von etwa 0,4 mm und enthält 1024 informationstragende Magnetblasen, die in einem Gitter von 32 Zeilen und 32 Spalten angeordnet sind.



Das Magnetblasen-Chip enthält alle Elemente zum Lesen, Schreiben und Speichern von 1024 bit

Die Magnetblasen haben einen Durchmesser von 5 µm, und ihre Achsen sind 11,5 µm voneinander entfernt. Sie speichern Informationen mit einer Dichte von mehr als 750 000 bit pro Quadratzentimeter.

Die Information wird durch einstellbare Unterschiede in den magnetischen Strukturen der Blasenwände dargestellt. Durch dieses neue Konzept ist es möglich, mehr als die zehnfache Menge von Informationen als mit den bisherigen Magnetblasenkonzepten zu speichern.

Im Bild stellen die hellen breiteren Linien über dem Speicherbereich jeweils eine paarweise Anordnung von Goldleiterzügen dar, die als Zugriffskanal dienen, über den einzelne Magnetblasen in die Speicheranordnung hinein- und heraustransportiert werden können. Erzeugt und codiert werden die Blasen in der Schreibstation, die als rechteckige Fläche unter dem Speicherbereich erscheint. Die beinahe quadratische Fläche über dem Speicherbereich stellt die Lesestation dar, in der alle Informationen, die in den Blasen enthalten sind, abgefragt werden können.

Der neue Mikroschaltkreis-Chip wurde für Forschungszwecke entwickelt und soll zum besseren Verständnis der Magnetblasentechnik beitragen.

Philips/MCA-Bildplatte wird zwei Stunden spielen

Kaum hatte Philips sein Bildplattensystem VLP auf eine Spielzeit von einer Stunde gebracht, indem die bisherige 30-Minuten-Einseitenplatte auf doppelseitig (2x 30 Minuten) umgestellt wurde, kommt eine weitere gravierende Änderung. Die Platte wird nunmehr zwei volle Stunden Aufzeichnung tragen, eine Stunde auf jeder Seite. Das ist aber nicht mehr mit der bisherigen Technik möglich. Bislang rotierte die VLP pro Minute 1800 mal (in den USA mit der Fernsehnorm von 60 Halbbildern pro Sekunde; in Europa sind es 1500 U/min), so daß auf jede Umdrehung ein Halbbild kam. Nunmehr ist die Umdrehungszahl variabel; am Beginn der Platte (= innen) läuft sie mit 1800 U/min, bis zum Ende (= außen) geht die Tourenzahl auf 600 U/min herunter. Ein im VLP-Spieler eingebauter Servo soll diese Variable mit großer Exaktheit und bei nur geringem zusätzlichen Aufwand einhalten. Diese Änderung, die offensichtlich nötig war, weil sonst die verlangte Spielzeit nicht erreicht werden kann, bedeutet aber die Aufgabe mancher spezieller Vorteile der VLP, wie Standbild, Slow-Motion-Wiedergabe, variable Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts und der vielgerühmte exakte Zugriff zu jedem Einzelbild.

Offenbar ist bei Philips jetzt ein VLP-Spieler unter Konstruktion, der sowohl die konstantlaufende 1-Stunden- als auch die mit veränderlicher Geschwindigkeit laufende 2-Stunden-Platte wiedergeben kann; je nach Plattenart schaltet er sich automatisch um. Diese Weiterentwicklung dürfte der Grund dafür gewesen sein, daß sich Philips nicht am Hardware-Symposium '78 der im Januar in München abgehaltenen „Visodata" beteiligt hat.

Neuer Markteinführungstermin in den USA: Ende 1978.

Nach Redaktionsschluß

Neue Grundig-Aktivitäten

Als Grundig im Vorjahr aus den Hinterlassenschaften des geflüchteten „Salzbarons" Adi Vogel das Juwel Schloß Fuschl im Salzburgischen für einen durchaus moderaten Preis erwarb, war des Rätselratens kein Ende. Was macht eine solche Firma, ausgerichtet auf Elektronik in allen ihren Spielarten, mit einem Hotel und zugehörigen Liegenschaften? Heute wissen wir mehr. In Fürth ist im Handelsregister die „Hotelverwaltung Max-Grundig-Stiftung" eingetragen; sie betreibt besagtes Hotel Schloß Fuschl am gleichnamigen See, dazu den dortigen Jagdhof, dann das Grandhotel Quisisana auf Capri vor der italienischen Küste, das Hotel Livistaire in Roquebrune-Cap Martin/Südfrankreich und das im Bau befindliche Hotel-Restaurant Forsthaus in Fürth. Direktor der Hotelverwaltung ist Rudolf van der Weyer. Bekanntlich ist die Max-Grundig-Stiftung die sozusagen obere Etage der Firmengruppe; in ihrem Besitz befinden sich 89,1 % aller Anteile der Grundig AG. Der Rest von 10,9 % liegt bei den Familien-Aktionären und dem Grundig-Familienverein.

Grundig befindet sich mit seiner Betätigung auf dem Hotelsektor in guter Gesellschaft. Beispielsweise hat der Mischkonzern ITT schon sehr lange Anteile an der weltweiten Sheraton-Hotelgruppe; die Lufthansa ist an den Penta-Hotels beteiligt usw.

Eine andere lobenswerte Aktivität kam durch eine Indiskretion einer damit befaßten Behörde vorzeitig ans Licht. Eigentlich sollte erst kurz vor dem 70. Geburtstag des Firmengründers Max Grundig die Gründung der „Akademie für Führungskräfte für die Rundfunk- und Fernsehgeräteindustrie" bekanntgegeben werden. Sie wird über den Zweiten Bildungsweg qualifizierten Facharbeitern eine fachbezogene Ausbildung zum Ingenieur ermöglichen. Als Standort ist Wetzendorf im Landkreis Nürnberg vorgesehen, wo Grundig ausgedehnte Ländereien besitzt.

Eine solche Akademie kann nicht mit einem einmaligen Geldbetrag auskommen; ihre Unterhaltung ist kostspielig, daher wählte das Haus Grundig den Ausweg, hierfür eine hochdotierte Stiftung zu etablieren.

Dipl.-Ing.
Fritz Lohmann

Nachdem integrierte Schaltungen in Konsumgeräten weitgehend Eingang gefunden haben, stehen wir nun an der Schwelle einer technischen Entwicklung, die unter dem Begriff „Größtintegration" oder „VLSI" (very large scale integration) Konzepte ermöglichen wird, die ohne Nutzung dieser neuen Technologie völlig undenkbar wären. Begriffe, wie Videotext, Bildschirmtext und Hauscomputer, stehen für Konzepte, die in der nahen Zukunft durch die Technik der Größtintegration verwirklicht werden können.

Größtintegration von Halbleiter-Bauelementen

Die technologischen Verfahren der Größtintegration werden eine Bauelementedichte von weit über 1000 Bauelementen, pro Quadratmillimeter gestatten. Verbunden mit der Möglichkeit, Kristalle zu realisieren, deren Fläche etwa 100 Quadratmillimeter oder mehr betragen kann, ist eine Bauelemente-Konzentration von mehr als 100 000, ja bis über 1 Million Bauelemente pro Kristall denkbar.

Die Pläne für diese technologischen Realisierungen sind bereits gefaßt. Der hohe Integrationsgrad erlaubt dann die wirtschaftliche Fertigung außerordentlich umfangreicher Systeme, da die Kosten pro Funktion um Größenordnungen unter denen einer mit diskreten Bauelementen aufgebauten Schaltung liegen. Das Ausmaß der Kostenreduzierung pro Transistorfunktion ist in *Bild 1* demonstriert. Im Laufe der letzten 15 Jahre wurden die Kosten für eine Transistorfunktion von 1 DM auf 0,01 DM reduziert.

Ein anderes entscheidendes Argument für die Integration von Bauelementen ist die Zuverlässigkeit. Komplexe elektrische Systeme können den Einsatz von hunderttausenden von Bauelementen erfordern. Würden diese entsprechend der herkömmlichen Technik aus Einzelelementen zusammengefügt, so wäre die Erwartungszeit für einen störungsfreien Betrieb nahezu Null. Erst die pro Bauelement gerechnete außerordentlich hohe Zuverlässigkeit von integrierten Schaltungen ermöglicht den Bau von elektrischen Großsystemen mit hoher Zuverlässigkeit.

Zusammen mit der volumen- und gewichtsmäßigen Verkleinerung der Baugruppen durch die Integration erfolgte eine Abnahme des pro Schaltung erforderlichen Energiebedarfes, anderenfalls würden als Folge der Miniaturisierung auch unüberwindbare Wärmeprobleme auftreten. Dieser geringe Energiebedarf ist eine wesentliche Voraussetzung für eine weite Verbreitung komplexer elektrischer Systeme im Konsumbereich.

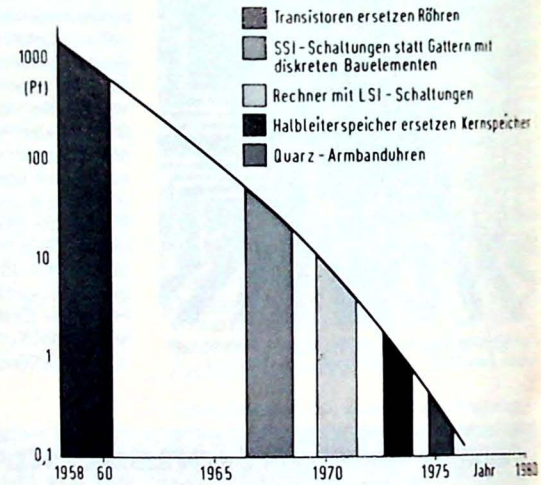


Bild 1. Kostenreduktion pro Transistorfunktion seit 1958

Technologie der Größtintegration

Maßgeblich für den Grad der Integration einer monolithisch integrierten Schaltung ist die Zahl der auf einem Halbleiter-Kristall (Chip) vereinigten Bauelemente, wie Transistoren, Dioden, Widerstände und Kondensatoren. Eine Steigerung dieses Integrationsgrades ist möglich durch

- Vergrößerung der Kristallfläche der integrierten Schaltung,
- Verkleinerung der geometrischen Abmessungen der einzelnen Bauelementestrukturen auf dem Kristall,
- Verbesserung der Schaltungstechnik.

Bild 2 zeigt den Beitrag dieser Faktoren zu der Entwicklung der Integration in den letzten Jahren, wobei jeweils die fortgeschrittenste Technologie unterstellt ist. Man erkennt, daß der Anstieg der Schaltungskomplexität in guter Näherung exponentiell verläuft. Alle Prognosen zeigen, daß dieser Trend weiter anhält. Entscheidend für weitere Fortschritte bei den genannten Faktoren sind Verbesserungen bei:

- Herstellung des Ausgangsmaterials.
- Maskentechnologie und Strukturübertragung,
- Dotierungsverfahren.
- CAD (rechnergestützter System- und Schaltungsentwurf).

Silizium dominiert

Für die weitaus meisten Anwendungen in der Halbleiter-Technologie dominiert weiterhin Silizium als Ausgangsmaterial. Aus Silizium lassen sich chemisch besonders reine und kristallografisch außergewöhnlich strukturfehlerarme Einkristalle herstellen. Durch Oxidation bei hohen Temperaturen (größer als 1000 °C) kann man in dem Halbleiter „Silizium" gut isolierende Strukturen erzeugen. Diese Eigenschaft ist eine der Grundlagen für die sehr verbreitete Planartechnik.

Die Technologie der Größtintegration stellt noch höhere Ansprüche an die Strukturqualität der Silizium-Einkristalle als bisher erforderlich war. Die Reinheit des Ausgangsmaterials sowie die Homogenität und Reproduzierbarkeit beim Einbringen bestimmter erwünschter Verunreinigungen (Dotie-

Dipl.-Ing. Fritz A. Lohmann, Jahrgang 1936, studierte in Berlin Elektrotechnik. Am 1.3.1961 trat er als Assistent der Technischen Leitung bei Valvo ein und übernahm am 1.8.1965 als Artikelchef die Artikelgruppe Kondensatoren. Am 1.7.1969 wurde ihm Prokura erteilt, und er übernahm kurze Zeit danach die Leitung der Artikelgruppe Diskrete Halbleiter. Auch die Aktivität Integrierte Techniken wurde ihm im Herbst 1975 unterstellt. Beide Aktivitäten wurden am 1.3.1976 in einem Geschäftsbereich Halbleiter der Valvo, Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH zusammengefaßt, dessen Leitung F.A. Lohmann seitdem wahrnimmt.

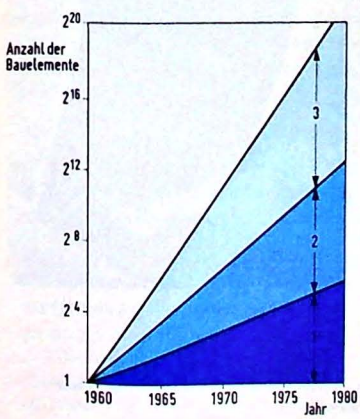
rung) mit vorgegebener Konzentration muß weiterhin verbessert werden. Häufig erweisen sich nur atomar kleine Defekte als Ursache für den Ausfall einer integrierten Schaltung. Es ist daher notwendig, daß das Auftreten und Wirksamwerden solcher Defekte noch stärker unterdrückt wird. Schließlich muß noch die Verarbeitungstechnik der Kristalle, insbesondere das Zersägen großer Einkristallstäbe und das Polieren von Siliziumoberflächen, verbessert werden.

Grenzen des Lichtes

Die Weiterentwicklung der Maskentechnologie ist von entscheidender Bedeutung für die Größtintegration. Bisher wurde die Erzeugung von Strukturen auf der Oberfläche des Einkristalls zur Herstellung der einzelnen Bauelemente der Schaltung so durchgeführt, daß man fotolithografisch die Struktur einer Maske, die z. B. die Basisgebiete der Transistoren enthält, auf die Siliziumscheibe übertrug. Die Abbildung der Maske auf den Einkristall mit sichtbarem Licht findet eine physikalische Grenze bei Strukturen, deren Abmessungen in der Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes liegen. Beugungs- und Interferenzeffekte verhindern eine lichtoptische Abbildung von Strukturen unter ca. 1 µm.

Sogar Strukturen unter 1 µm stellen jedoch noch keine untere Grenze für die elektrische Funktion von Halbleiter-Bauelementen dar.

Die Größtintegration, die diese Grenzen unterschreitet, ist daher für die Erzeugung der Bauelemente-Strukturen auf dem Halbleiter-Kristall auf eine Abbildung der Strukturen mit Strahlen angewiesen, deren Wellenlänge unter denen des Lichtes liegt. Dafür bieten sich insbesondere Röntgenstrahlen (Wellenlängen um 1 nm) und Elektronenstrahlen (Wellenlängen kleiner als 0,1 nm) an. Beide Techniken werden heute mit großer Aufmerksamkeit verfolgt.



◄ Bild 2. Zunahme der Anzahl der Bauelemente in einer monolithisch integrierten Schaltung durch 1. Zunahme der Kristallfläche, 2. Abnahme der geometrischen Messungen und 3. Verbesserung der Schaltungstechnik

Röntgen- oder Elektronenstrahlen?

Bei der Röntgenlithografie verwendet man dünne Masken, deren nichttransparente Gebiete mit einer dünnen Goldschicht belegt sind, da Gold ein besonders hohes Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen hat.

Neben dem hohen Auflösungsvermögen der Röntgenlithografie ist es von Vorteil, daß feine Teilchen, wie Staubpartikel, keine Störung erzeugen, weil sie vom Röntgenlicht durchstrahlt werden. Problematisch sind die langen Belichtungszeiten, da selbst die stärksten vorhandenen Röntgenquellen nur eine relativ schwache Strahlungsdichte erzeugen und eine Bündelung von Röntgenstrahlen wie bei Licht- oder Elektronenstrahlen nicht möglich ist.

Völlig neue Konzepte, wie der Einsatz von Elektronensynchrotrons als Strahlungsquelle für Röntgenstrahlen, können aber auch diese Schwierigkeiten überwinden.

Sehr vielversprechend sieht gegenwärtig die Elektronenstrahllithografie aus. Hier verfolgt man zwei Wege: Bei der Elektronenprojektion werden durch die transparenten Stellen der Maske Elektronen geleitet und so die Maske auf die Siliziumscheibe abgebildet.

Ein weiteres Verfahren besteht im direkten Beschreiben der Scheibe mit einem eng gebündelten Elektronenstrahl (Durchmesser 0,2 – 1,0 µm), den man computergesteuert so über die Halbleiterscheibe ablenkt, daß er eine beliebig gewünschte Struktur schreibt (*Bild 3*). Von allen hochauflösenden Lithografieverfahren ist das letztere am weitesten entwickelt und wird schon vereinzelt in der Halbleiter-Fertigung angewendet.

Welches der beschriebenen Verfahren sich letzten Endes durchsetzen wird, ist weitgehend eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Zur Zeit ist die Entscheidung durchaus noch offen.

Die Dotierung

Die Herstellung feinster Strukturen im Halbleiter-Kristall mit definierten elektrischen Eigenschaften ist nur dann möglich, wenn entsprechende Dotierungsverfahren zur Verfügung stehen. Die geringen Abmessungen der einzelnen Bereiche, deren elektrische Eigenschaften bei der Dotierung durch gezielte Injektion mit Fremdatomen eingestellt werden sollen, erfordern außerordentlich hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Dotierung.

Man geht zunehmend von der Diffusion aus der Gas-Phase zu der gezielten Ionen-Implantation über. Dabei werden mit einer Ionenkanone ionisierte Atome an die durch die Maske im voraus bestimmten Bereiche auf den Kristall geschossen (*Bild 4*). Bei diesem Verfahren lassen sich die Eindringtiefe (üblicherweise weniger als 1 µm) und Dichte der Dotierungsatome auf dem Kristall sehr genau und damit reproduzierbar einstellen. In den Valvo Röhren- und Halb-

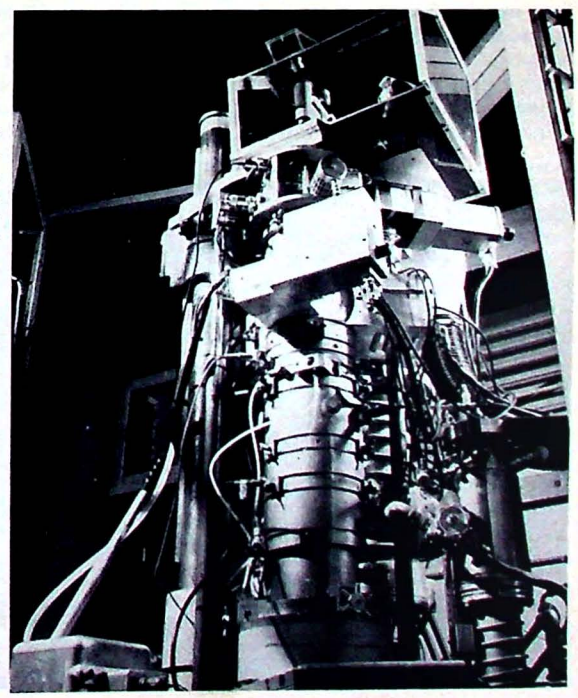


Bild 3. ► Experimenteller Aufbau eines Electron Beam Pattern Generators zum direkten Beschreiben von Siliziumscheiben mit den Schaltungsstrukturen

leiter-Werken, Hamburg, hat man die Bedeutung dieser Dotierung für die Massenproduktion bereits frühzeitig erkannt. In Bild 4 wird eines der drei Hochstrom-Ionenimplantations-Geräte gezeigt, die im regulären Fertigungsdurchlauf verwendet werden.

Rechnerunterstützter System- und Schaltungsentwurf

Die Entwicklung moderner integrierter Schaltungen ist heute nicht mehr denkbar ohne den Einsatz von elektronischen Rechenanlagen. Mit der Einführung der Größtintegration verstärkt sich diese Tendenz noch weiter. Man strebt an, bereits in einem sehr frühen Entwicklungsstadium Fehler im System und der Schaltung aufzudecken, ohne erst eine Integration, die immer aufwendig und zeitraubend ist, durchführen zu müssen.

Im Laufe der elektrischen Entwicklung einer integrierten Schaltung wird die Datenverarbeitung daher beim Systementwurf, der Schaltungsanalyse, dem Schaltungslayout und beim Testen eingesetzt (*Bild 5*).

Der Computer simuliert Problemstellungen

Es ist kaum möglich, das Zusammenspiel vieler Zehntausender von Bauelementen in einer Schaltung anders als mit Unterstützung eines Rechners zu überblicken. Nur der Computer ist imstande, das Verhalten des Gesamtsystems zu simulieren. Durch eine solche Analyse kann der Entwickler nachprüfen, ob der Systementwurf die gewünschten funktionellen Eigenschaften besitzt. Gegebenenfalls kann er sukzessive Verbesserungen und Verfeinerungen einführen, bis das System in seiner Gesamtheit optimiert ist.

Typisch für integrierte Schaltungen ist, daß die einzelnen Bauelemente nicht (z. B. über Kondensatoren) funktionsmäßig getrennt, sondern galvanisch gekoppelt sind. Damit ist das Verhalten der Gesamtschaltung vielfach sehr kompliziert. Mit Rechnerhilfe können die Schaltungszustände einzelner Bereiche eingestellt und die Wirkung auf das Gesamtsystem analysiert werden. Mit dieser Schaltungsanalyse können Schaltungsfehler, die sonst erst bei der fertigen Schaltung festgestellt würden, in einem frühen Stadium erkannt und beseitigt werden.

Computer entwirft Lösungen

Schließlich muß das konzipierte und getestete System in ein Schaltungslayout überführt werden. Ziel ist dabei, mit Rechnerunterstützung fertige Pläne für die einzelnen Masken zu entwerfen. In diesen Schritt gehen die Grundparameter der Technologie, wie minimal zulässige Strukturgröße, Aufbau der inneren elektrischen Verbindungen durch Leiterbahnen usw. ein. Der Rechner hat dabei darauf zu achten, daß gewisse Entwurfsregeln (wie die minimale Annäherung von Gebieten und Toleranzen in der Lithografie) nicht verletzt werden (*Bild 6*).

Auf dem Gebiet des rechnerunterstützten Schaltungslayouts sind in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht worden. Es hat sich bereits frühzeitig herausgestellt, daß die Zuverlässigkeit und Fehlerfreiheit von Rechnern weit über derjenigen menschlicher Arbeit liegt. Die Wahrscheinlichkeit, daß bei rein manueller Ausführung des Schaltungslayouts Fehler auftreten, ist selbst bei sorgfältigster Arbeit so groß, daß sie für größtintegrierte Schaltungen bereits untragbar geworden ist.

Eine Weiterentwicklung der Größtintegration ist daher ohne die Mithilfe von Geräten, die erst durch Halbleiter-Bauelemente einer früheren Entwicklungsstufe möglich gemacht wurden, insbesondere Computer, gar nicht mehr denkbar.

Computer testet die Lösungen

Eine Besonderheit integrierter Schaltungen gewinnt zunehmend an Bedeutung: das Testen integrierter Schaltungen während und nach Durchlauf des Fertigungsprozesses. Eine größtintegrierte Schaltung kann Millionen verschiedene Zustände annehmen, die im Prinzip alle getestet werden müssen, bevor man die Schaltung als funktionsfähig bezeichnen kann.

Dieses erfordert einen wirtschaftlich nicht mehr tragbaren Meßaufwand. Daher muß beim Entwurf größtintegrierter Schaltungen von Anfang an darauf geachtet werden, daß sich die entscheidenden Funktionselemente mit vertretbarem Aufwand messen lassen. Das bedeutet häufig einen nicht unerheblichen zusätzlichen Schaltungsaufwand, der aber in Zukunft genauso unentbehrlich sein wird wie die Schaltung selbst.

Größtintegration im Konsumbereich

Die sich abzeichnenden Möglichkeiten für eine wirtschaftliche Realisierung außerordentlich komplexer elektrischer Systeme durch VLSI werden neben den industriellen Anwendungen in naher Zukunft breitesten Eingang in den Konsumbereich finden. Bezeich-

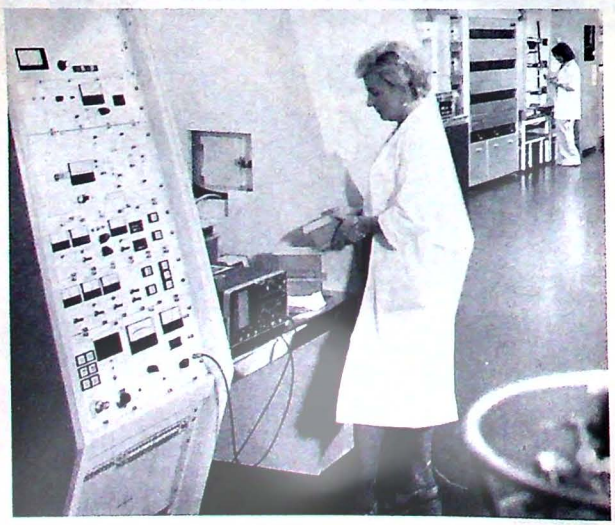


Bild 5. Eingabe des Layouts in den Plotter und Kontrolle am Bildschirm

◄ Bild 4. Ionenimplantationsanlage zur gezielten Dotierung mit hoher Genauigkeit

nend für die Vielfalt der denkbaren Anwendungen ist das „System Fernsehen".

Das Fernsehgerät – bislang einfach ein Gerät zum passiven Erleben des örtlichen Programmangebots – wird zum Zentrum eines Systems mit einer Vielzahl neuer Funktionen, die zusätzliche Informationen und neuartige Kommunikationsmöglichkeiten erlauben. Beispiele dafür sind die auf der Funkausstellung in Berlin besonders diskutierten Dienste „Videotext" (Teletext), und „Bildschirmzeitung", „Bildschirmtext" (Viewdata) und die Bildschirmspiele.

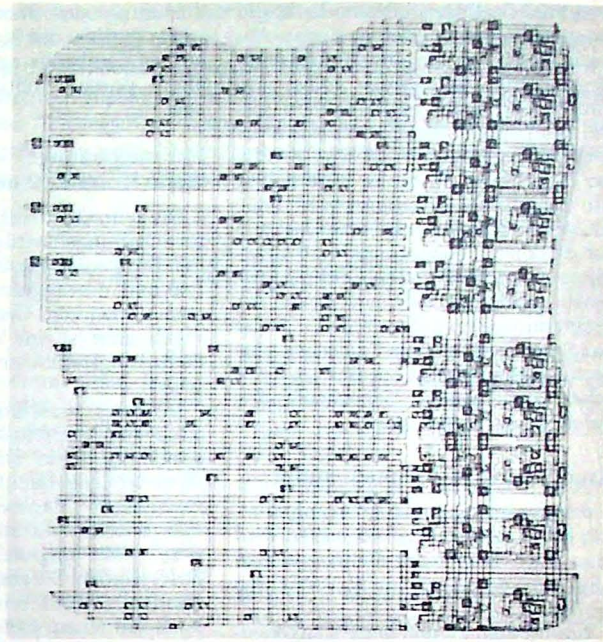


Bild 6. Ein mit Hilfe des Rechners erstelltes Layout, vom Plotter gezeichnet (Ausschnitt)

Pocket-Videotext?

Mit dem Videotextdecoder kann der Fernsehteilnehmer aus den bisher nicht genutzten Zeilen, die in den Bildwechsel fallen, sequentiell Informationen auslesen, die – je nach Ausgang der medienpolitischen Diskussion – von Verlegern und/oder Rundfunkanstalten als zusätzlicher Dienst bereitgestellt werden.

Von den in der gegenwärtigen Konzeption verfügbaren 100 Seiten wird zunächst nur die eine ausgewählte Seite im Empfangsgerät gespeichert. Mit sinkenden Speicherpreisen wird man den Speicher so erweitern, daß der Benutzer sich auch außerhalb der Sendezeiten z. B. Sport-, Börsen- oder Kurznachrichten ansehen kann, die während seiner Abwesenheit vom Empfangsgerät automatisch vorprogrammiert aufgezeichnet wurden.

Sobald miniaturisierte Tuner verfügbar sind, ermöglicht die weitere Zusammenfassung der jetzigen LSI-Schaltungen durch Größtintegration zu einem Chip mit ca. 10 000 Gattern (ohne Speicher) auch Pocket-Videotext. Darunter versteht man einen Videotext-Empfänger von der Größe eines Taschenrechners, den man jederzeit mitnehmen kann. Stellt man zusätzlich statt der zunächst vorgesehenen zwei Zeilen pro Halbbild einen ganzen Fernsehkanal für Videotext zur Verfügung, so hätte der Benutzer ein jederzeit verfügbares Informationsregister von ca. 10 000 Seiten.

Unbegrenzte Möglichkeiten durch Bildschirmtext

Ein kaum überschaubares Anwendungsfeld wird die gegenüber Videotext fast unbegrenzte Informationsfülle des Bildschirmtextes bringen.

Dies gilt um so mehr, als es sich beim Bildschirmtext um ein interaktives System handelt, daß dem Anwender über das Telefon die Kommunikation mit mehreren Großcomputern erlaubt. So wird der Benutzer Versandhauskataloge über den Bildschirm abrufen, aufgrund ebenfalls abgerufener Verbraucherinformation mittels einer alphanumerischen Tastatur seine Wahl treffen und eine sofortige Bestätigung seiner Bestellung erhalten können.

In besonderer Weise werden dem Bildungssektor neue Möglichkeiten eröffnet. Schüler und Studenten werden einen Zentralcomputer anwählen können, der nach Wissensgebieten sortiert, aktuelle Antworten auf gängige und spezielle Fragen geben kann. Diese neue Methode der Informationsvermittlung soll dabei nicht die Bibliotheken überflüssig machen. Sie kann diese jedoch in außerordentlich aktueller und wertvoller Weise ergänzen.

Nach Abschluß der Ausbildung können auch berufsständische Vereinigungen die notwendige Fortbildung mit Bildschirmcomputern sichern. Ärzte werden letzte Kongreßergebnisse abrufen, Juristen sich Klarheit über letzte gerichtliche Entscheidungen verschaffen.

Bei der Kommunikation wird es vorteilhaft sein, die Mitteilungen des Benutzers zunächst in einem Zwischenspeicher zu sammeln, um die kostenintensive Belegung der Telefonleitung möglichst gering zu halten.

Aus dem selben Grund ist auch eine wesentliche Erweiterung des Seitenspeichers für den Bildschirmtext zweckmäßig, damit die Information des Computers in kürzester Zeit eingelesen werden kann und dann dem Benutzer beliebig lange zur Verfügung steht.

Falls gewünscht, kann der Informationsinhalt dieser Speicher ausgelesen werden und unter Benutzung einer Hardcopy-Einheit ausgedruckt werden. Man kann dann z. B. die gewünschte Information, die man in Vorbereitung für eine Konferenz abgefragt hat, „schwarz auf weiß" mitnehmen.

Eine automatiche Anwahl der gewünschten Telefonnummer wird selbstverständlich sein. Mit einem Halbleiterspeicher in VLSI-Technik könnte schon für wenige hundert Mark eine Anlage zum Speichern von mehr als 100 Telefonnummern realisiert werden.

Informationen aus der ganzen Welt

Die Informationsfülle und die Möglichkeiten des Bildschirmtextes werden in der Bedeutung potenziert, wenn die Bestrebungen für eine weltweite Normung zum Erfolg führen. Eine Normung im europäischen Rahmen ist bereits im Gange. Die Auswirkung eines solchen Datenverbundes auf Wissenschaft, Wirtschaft, Politik – kurz alle Bereiche der Gesellschaft – werden ganz außergewöhnlich sein und können in ihrer Bedeutung sicherlich nicht überschätzt werden.

„Schach dem Fernseher"

Die Freizeit und damit das Bedürfnis nach Abwechslung steigen stetig. Die vorhandenen Telespiele, bei denen der Zuschauer interaktiv an dem Geschehen auf dem Bildschirm beteiligt ist, basieren fast ausschließlich auf festverdrahteten Logik-IS.

Sie können – einmal in das Fernsehgerät eingebaut – in ihrem Spieleinhalt nicht mehr verändert werden. Die relativ geringe Abwechslung läßt das Interesse daran rasch abnehmen.

Nur die Größtintegration erlaubt die Entwicklung von Spielen, deren Abwechslungsreichtum und Anforderungen an die Teilnehmer selbst anspruchsvolle Benutzer anhaltend fesseln kann. Ein erster Schritt auf diesem Weg ist die Valvo-PVI-IS. *Bild 7* zeigt das Chip dieser IS, die in Verbindung mit dem Valvo Mikroprozessor 2650 und einem Programmspeicher fast alle nur denkbaren Bewegungs- und Brettspiele in einfacher Weise erlaubt. Die Spiele werden durch Auswechseln des Programmspeichers geändert. Sogar das Spiel „Schach dem Fernseher", bei dem der Benutzer gegen den im Fernseher eingebauten Schachcomputer spielt, ist in Vorbereitung.

Komfort durch Fernbedienung

Auf den gewohnten Bedienungskomfort bei modernen Fernsehgeräten wird man auch bei einem umfangreichen „System Fernsehen" nicht verzichten wollen.

Nimmt man zu den bereits angedeuteten Funktionen weitere wie z. B. Bild im Bild, Steuerung von Zusatzgeräten wie AV-Geräten (VCR, VLP) oder Dia- bzw. Filmabtaster, Betätigung von Dimmern für die Beleuchtung und möglicherweise sogar die gesamte Steuerung der Rundfunkanlage, so wird deutlich, daß hier Anforderungen auf die Fernbedienung zukommen, die allein durch Größtintegration lösbar sind.

Fernbedienung: Beim Rundfunk noch Stiefkind

Die Wirtschaftlichkeit größtintegrierter Schaltungen wird einen Durchbruch der Fernbedienung bei Rundfunkgeräten und der angeschlossenen Subsysteme bewirken. Gerade bei der Tonwiedergabe ist eine Vielzahl von Fernbedienungsfunktionen wünschenswert.

Wie bei Fernsehempfängern wird auch bei Rundfunkgeräten die Abstimmung digital durch Frequenzsynthese erfolgen. Damit können über eine numerische Eingabe der Frequenzen oder Suchlauf die Sender leicht gefunden, exakt eingestellt und abgespeichert werden. Die gespeicherten Sender können sowohl durch Frequenz als auch mit einem zusätzlich gespeicherten alphanumerischen Code auf dem Empfänger oder sogar auf dem Geber angezeigt werden.

Die Fernbedienung zusätzlicher Grundfunktionen, wie Lautstärke, Balance und Klangeinstellung, sind eine selbstverständliche Forderung. Die wiederabrufbare Speicherung einstellbarer Klangcharakteristika je nach Musikcharakter (Pop, Klassik usw.) wird möglich sein.

Die Anforderungen an die Fernbedienung steigen durch die zusätzliche Steuerung der Grundfunktion peripherer Geräte, wie Kassettenrecorder und Plattenspieler. Darüber hinaus ist die zeitlich vorprogrammierte Aufnahme einer Sendung – auch programmierbar über die Fernbedienung – wünschenswert. Eine zusätzliche Kennzeichnung der einzelnen Stücke mit Aufnahmetitel und Interpreten und die Anzeige auf einem Display erleichtern das automatische Auffinden und die Dokumentation.

VLSI im Auto

Gravierenden Einfluß wird die Größtintegration auf Autoradiokonzepte nehmen. Gerade hierbei sind die Anforderungen, eine Fülle von Funktionen innerhalb geringer Abmessungen zu realisieren, besonders groß:

Zukünftige Autokonzepte werden Stereo-Empfänger und Stereokassetten-Recorder mit Autoreverse-Betrieb, dazu Verkehrswarnfunk und CB-Funk-Einrichtungen beinhalten.

Der Empfänger wird mit Hilfe eines Frequenz-Synthesizers abgestimmt, die Sender werden mit Suchlauf gefunden und digital gespeichert.

Der Verkehrswarnfunk wird ergänzt durch eine Citizen-Band-Einrichtung, die die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern (Warnung vor Glatteis, Unfallstellen etc.) oder stationären CB-Anlagen ermöglicht.

Die Liste der oben diskutierten Anwendungen im Konsumbereich läßt sich in Zukunft noch erheblich erweitern.

Zusammenfassung

An der Schwelle einer neuen technischen Entwicklung – Größtintegration oder VLSI genannt – werden wir in naher Zukunft mit einer Bauelementekonzentration von 100 000 bis 1 000 000 und darüber hinaus auf einem Kristall rechnen können. Damit wird es möglich sein, Projekte zu verwirklichen, die ohne diese Technik undenkbar bleiben müßten. Die Zusammenfassung aller Teilbereiche der Fertigungstechnik und fortschrittlicher Technologien, rechnergesteuerter Entwurf- und Prüfsysteme, Verbesserungen des physikalischen und chemischen Apparatewesens und anderer Disziplinen wird eine gewaltige Innovationskraft auslösen und der „Elektronik" Zugang in praktisch alle Bereiche der Technik eröffnen.

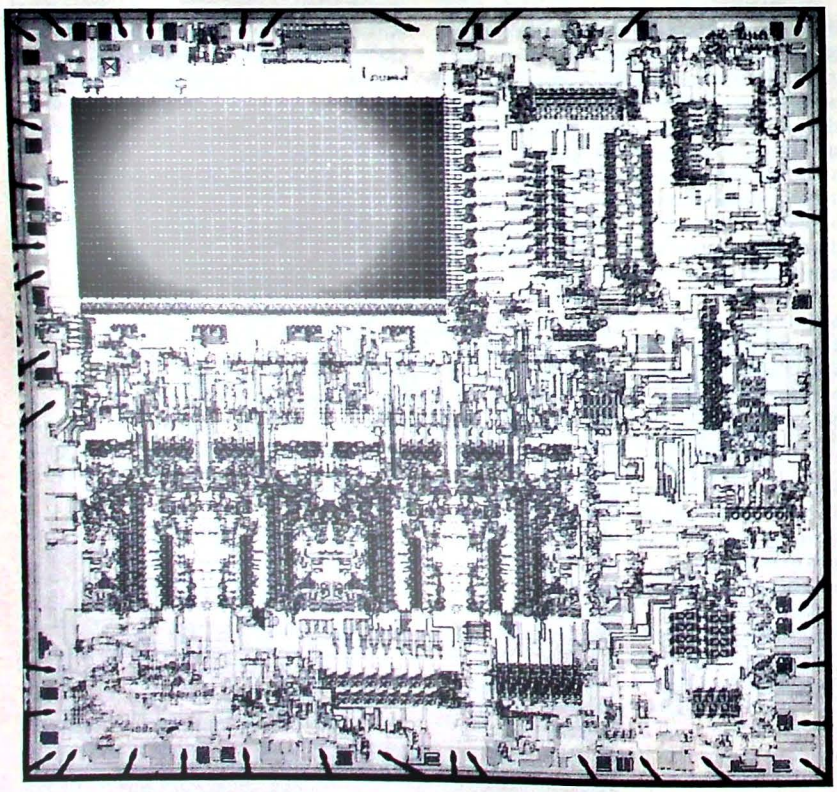


Bild 7. Programmierbares Video-Interface (PVI) erlaubt zusammen mit einem Mikroprozessor (2650) alle nur denkbaren Brett- und Bewegungsspiele

Rüdiger Karnatzki

Vor wenigen Jahren noch wurde die Notwendigkeit einer leistungsfähigen Fernbedienung für Fernsehgeräte in Frage gestellt und bestenfalls in Luxusgeräte-Konzepte eingeplant. Heute ist die Fernbedienung ein selbstverständlicher Bedienungskomfort, besonders bei Farbfernsehempfängern, wobei der Marktanteil fernbedienbarer Geräte hierzulande bei etwa 75 % liegt. Die künftige Nutzung von Fernsehgeräten wird weit über die Grundaufgabe „Fernsehen" hinausgehen, d. h. der Bildschirm wird sich mehr und mehr zum „Terminal im Wohnzimmer" entwickeln.

Infrarot-Fernbedienung mit 1024 Befehlen

Die künftige Mehrfachnutzung einer Fernbedienung kann sich z. B. auf die Bereiche Videotext, Bildschirmtext, Bildschirmspiele, Heimcomputer, Bild im Bild [1] und elektronische Programmvorwahl erstrecken. Der Erfolg oder Mißerfolg solcher Einrichtungen wird dabei ganz wesentlich von der einfachen, zuverlässigen und übersichtlichen Bedienbarkeit abhängen. Verbraucher, die einen solchen Betriebskomfort bei ihrem Fernsehgerät gewohnt sind, wünschen ihn nun z. B. auch für ihre Hi-Fi-Anlage, ohne daß jedoch ein solches System mit der vorhandenen FS-Fernbedienung kollidieren darf und z. B. der Fernseher eingeschaltet wird, wenn der Hi-Fi-Anlage ein Programmwechselbefehl gegeben wird.

Folgende Forderungen sind hier zu erfüllen:

- Verwendbarkeit ein und desselben IS-Systems für Rundfunk und Fernsehen, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung möglich ist.
- Digital-Analog-Wandler für die Funktionen Lautstärke, Höhen, Tiefen und Balance.
- Direkte Programmwahl für 16 Programme.
- Die vom Fernsehen her bewährten Zusatzfunktionen: Tonabschaltung, Netz Ein/Aus und Normierung der D/A-Wandler.

Ferner soll noch die Fernbedienung des eingebauten Plattenspielers und des Kassetten-Laufwerks möglich sein.

Eine solche Funktionsvielfalt – diese Auflistung von Fernbedienungsfunktionen ließe sich auf andere Anwendungen im privaten Bereich ausdehnen – erfordert ein neues, flexibles und trotzdem wirtschaftliches Vielkanal-Fernbedienungssystem. Hierfür reicht die bei den bekannten Ultraschall-Systemen [2, 3] zur Verfügung stehende Kanalkapazität nicht aus, während die Informationsübermittlung mit Infrarotlicht die Übertragung praktisch beliebig vieler Befehle zuläßt.

Die Kanalzahl ist jedoch nur ein Kriterium. Steigende Bedienungshäufigkeit, z. B. durch Videotext und Bildschirmspiele, erfordern einen besonders energiesparenden Übertragungscode, wobei einer einwandfreien Befehlserkennung verstärkte Bedeutung zukommt. Nicht zuletzt muß bereits bei der Grundkonzeption auf die besonderen Kombinationsmöglichkeiten zwischen Fernsehen und Videotext Rücksicht genommen werden, um all diese Funktionen mit vertretbarem Aufwand realisieren zu können.

Folgende Merkmale zeichnen das neue Intermetall-IR-Fernbedienungssystem SAA 1050/1051 aus:

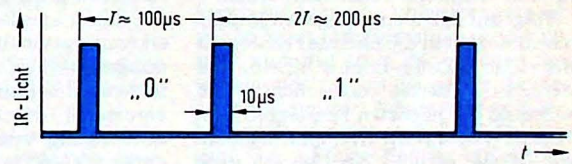


Bild 1. Pulsabstandscodierung. Darstellung der Binärziffern „0" und „1" durch Pausen unterschiedlicher Dauer

- Hoher Befehlsvorrat 16 · 64 = 1024 Befehle, erweiterbar um 8 · 52 Befehle im Subsystembetrieb. Damit ist das System flexibel und vielseitig verwendbar für Rundfunk, Fernsehen, Videotext, Bildschirmtext, Bildschirmspiele usw.
- Daten-Bus zur Steuerung von Satelliten-IS, wie z. B. digitale Kanalwahl, Videotext-Decoder, div. Bildschirmspiele, Bildschirmanzeige [4].
- Senderseitig äußerst niedriger Energieverbrauch, etwa 3 mWs pro Befehl, das sind etwa 10 % der heute bei dem Ultraschall-Fernbedienungssender SAA 1024 benötigten Energie.
- Zuordenbare Adressen und somit eindeutige Trennung zwischen verschiedenen Funktionsgruppen, z. B. Rundfunk, Fernsehen, Videotext, Spiele usw.
- 64 Befehle innerhalb einer Befehlsgruppe sind mehr als ausreichend für alle Funktionen einer Hi-Fi-Kombination oder eines Fernsehers einschließlich Videotext-Einrichtung.
- Besonders störsicheres Übertragungsprinzip ohne Zusatzträger gestattet die Verwendung eines einfachen Hochpaß-Vorverstärkers ohne LC-Abgleich.
- Senderseitig RC-Oszillator, d. h. kein Abgleich; direkter Anschluß eines Ein-Kontakt-Tastenfeldes ohne Widerstands-Dioden-Matrix.
- Direkte Bedienung aller wesentlichen Funktionen am FS-Empfänger möglich: Helligkeit, Farbe, Kontrast, Lautstärke, selektive Anwahl von 16 Programmen, Programmfortschaltung, Normierung der D/A-Wandler, Netz Ein/Aus.
- Vier 64stufige D/A-Wandler.
- Ein decodierter Zusatzbefehl zur Bedienung von Sonderfunktionen (z. B. Sprache/Musik, Hintergrundbeleuchtung Ein/Aus, Erweiterung von 16 auf 32 Programmplätze o. ä.).
- Netz- und Tonsteuerung.
- Automatische Stummschaltung bei Programmwechsel.

Das Übertragungsprinzip

Es wird eine Pulsabstandscodierung mit kurzen, nichtmodulierten Impulsen verwendet (*Bild 1*), wobei im Abstand T bzw. 2 T zwischen zwei Impulsen die Information „0" ≙ 1 T bzw. „1" ≙ 2 T liegt.

Das ermöglicht einen einfachen Empfänger-Vorverstärker und vermeidet den relativ aufwendigen Aufbau einer selektiven IR-Empfangsschaltung, z. B. mit 30 kHz Trägerfrequenz und 3 kHz Empfängerbandbreite, was Abgleich und gute Abschirmung des Empfangskreises gegen elektrische und magneti-

sche Störfelder bedeutet. Das Übertragungssystem besteht aus:

6 Befehls-Bit ≙ 64 Befehlen und
4 Adreß-Bit ≙ 16 Adressen,

so daß sich die Gesamtzahl von 1024 Befehlen (16 · 64) ergibt. Für die Übertragung eines solchen 10-Bit-Wortes werden 14 Impulse gebraucht, da zur Steuerung einer empfängerseitigen Auswerteschaltung das Vor-Bit, ein Start-Impuls und ein Stop-Impuls benötigt werden (*Bild 2*). Ein komplettes Befehlswort 0101100100 dauert also z. B. die Zeit 21 T (etwa 2 ms). Bei diesem Übertragungsprinzip beträgt die Einschaltdauer pro Befehl 140 µs, womit selbst bei häufigstem Gebrauch der Energieverbrauch auf das minimal Mögliche reduziert wird.

Durch die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen wird erreicht, daß das mit den integrierten Schaltungen SAA 1050 und SAA 1051 aufgebaute Fernsteuersystem durch Störimpulse optischer oder elektrischer Art nicht beeinflußt wird. Der Signaleingang der Empfänger-IS, Anschluß 16, wird nach jedem empfangenen Impuls verriegelt. Daraufhin wird ein Zähler gestartet, der den Eingang erst nach Ablauf der Zeit T für eine definierte Fensterzeit öffnet.

Folgt auf einen empfangenen Impuls eine 0, so fällt in die nächste Fensterzeit der nächste Daten-Impuls hinein, und der Zähler startet von neuem. Wird während der nächsten Fensterzeit kein Impuls empfangen, weil eine 1 gesendet wurde, so wird der Eingang nach erneutem Ablauf der Zeit T wieder für die Dauer der Fensterzeit geöffnet. In diese muß nun bei ungestörtem Betrieb ein Impuls fallen. Andernfalls liegt eine Störung vor, und das Auswertesystem der SAA 1051 wird in den Ausgangszustand rückgesetzt.

Um das Infrarot-Fernbedienungssystem SAA 1050/1051 unempfindlich gegen Gleichlauftoleranzen zwischen Sender und Empfänger zu halten, wird die tatsächliche Zeit zwischen dem Start-Impuls und dem ersten Daten-Impuls des Senders empfängerseitig gemessen und gespeichert. Die so ermittelte Sender-Taktfrequenz steuert nun entsprechend die Zeitfenster der Auswerteschaltung, d. h. der Empfänger paßt sich der Sender-Taktfrequenz an. Zusätzlich wird kontrolliert, ob das Befehlswort genau aus 14 Impulsen besteht. Die Auswerteschaltung erkennt also sowohl Stör-Impulse, die in die Fenster fallen, als auch durch Störungen unterdrückte Sender-Impulse. So wird mit nur einmaliger Auswertung eines Befehlswortes eine wirksame Erkennung erreicht.

Die relativ kurze Übertragungsdauer von etwa 2 ms sichert in Verbindung mit dieser speziell entwickelten Worterkennungsschaltung optimale Erkennungssicherheit der übertragenen Befehle auch bei Infrarot-Störungen, z. B. verursacht durch eine Infrarot-Tonübertragung vom selben oder einem anderen Gerät (siehe *Bild 3*).

Die Sender-IS SAA 1050

Das Blockschaltbild der SAA 1050 (*Bild 4*) zeigt die einzelnen Funktionsblöcke dieser CMOS-Schaltung. Über die 8 + 8 Eingänge, a...h und A...H, können ohne zusätzliche Diodenmatrix oder Widerstandsbeschaltung mit einem Einkontakt-Tastenfeld die 64 Befehle jeder Befehlsgruppe eingegeben werden. Die Bedienungserkennung arbeitet statisch und blockiert den Oszillator, solange keine Eingänge betätigt sind. Die Stromaufnahme ist deshalb im Ruhezustand äußerst klein, etwa 10 µA. Über die Anschlüsse FA und FB kann der Geber in drei unterschiedlichen Grundbetriebsarten

1. Fernsehen,
2. Rundfunk,
3. Fernsehen/Videotext oder andere Subsysteme

und auf freie Adressenwahl zur Bedienung von Satellitensystemen umgeschaltet werden. Auf die sich hieraus ergebende System-Flexibilität wird später ausführlich eingegangen.

Das eingangs erläuterte Übertragungsprinzip gestattet senderseitig einen einfachen RC-Oszillator mit einer Frequenz von 160...220 kHz, wobei das Produkt R · C bis zu 7 % variieren darf. Ist eine der drei oben genannten Grundbetriebsarten verdrahtet oder per Schalter angewählt, so wird das erste Kommando an den Eingängen als Befehl gewertet und das entsprechende

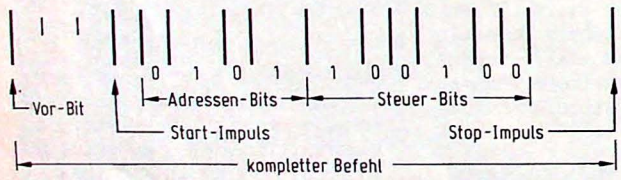


Bild 2. Befehlswort 0101 100 100 mit 21 T Dauer

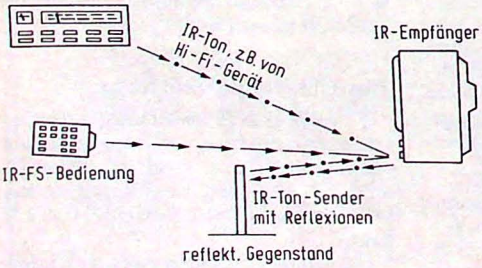


Bild 3. Die Infrarot-Fernbedienung mit SAA 1050/1051 ist störunempfindlich

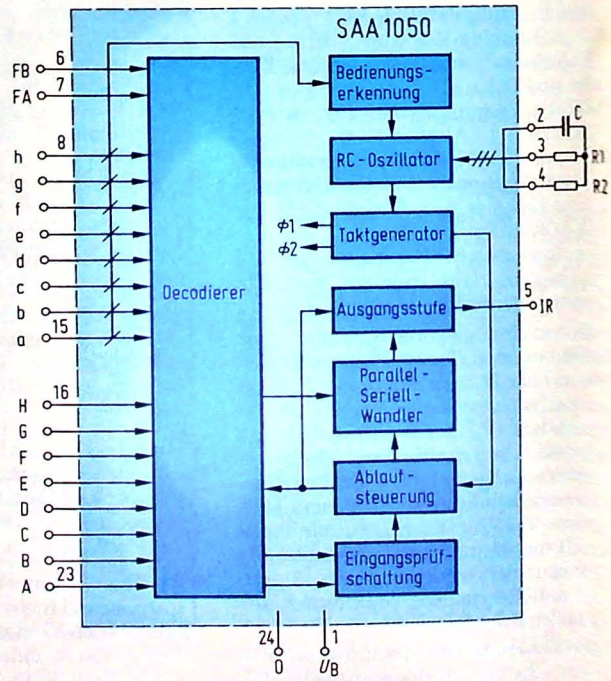


Bild 4. ▶
Blockschaltbild der SAA 1050

Befehlswort zusammen mit der entsprechenden Adresse gesendet.

Bei freier Adreßwahl bedeutet die erste Eingabe die Adresse, so daß alle nachfolgenden Kommandos mit dieser Adresseninformation versehen sind. Das Löschen der eingegebenen Adresse erfolgt durch einen Clear-Befehl. So kann, vergleichbar mit einem Taschenrechner, ein Maximum an Befehlen mit einer überschaubaren Anzahl von Tasten eingegeben werden.

Besondere Bedeutung kommt der Option 3 (Fernsehen/Videotext) zu. Ist diese eingestellt, können die letzten acht Befehle (57...64) zum Aktivieren von Subsystemen, wie z. B. Videotext oder Bildschirmtext, verwendet werden. Die Eingabe eines solchen Kommandos bewirkt auf der Geberseite eine Umschaltung der ersten 32 Befehle von kontinuierlicher Befehlsausgabe im 130-ms-Rhythmus auf Ausgabe einmaliger Befehle (ausgenommen Netz Ein/Aus und Tonabschaltung). Spätestens 20 ms nach Tastendruck wird der Befehl über IR gesendet. So können mit demselben Tastenfeld, mit dem bei Fernsehempfang die Programmplätze 1...16 eingegeben werden, schnell dekadisch sequentiell die Videotext-Seiten angewählt werden.

In der Empfänger-IS wird durch die Befehle 57...64 die Programmumschaltung blockiert, so daß durch die nachfolgende Videotext-Seitenwahl keine unerwünschte Umschaltung der zuvor angewählten Fernsehprogramme erfolgt. Zwei Clear-Befehle ermöglichen ein Zurückschalten in den Fernsehbetrieb. Ebenso setzen die Befehle „Aus" und „Ein" das System wieder in die Grundfunktion Fernsehen zurück. So wird erreicht, daß auch ohne Rückmeldung vom Fernsehempfänger bei direktem Einschalten des Fernsehgerätes der Fernbedienungssender in jedem Fall für die Grundfunktion Fernsehen betriebsbereit ist.

Die Bedienung eines mit Subsystemen ausgerüsteten Fernsehempfängers wird so wesentlich vereinfacht, wie aus nachfolgendem Beispiel eines Fernsehgerätes mit Videotext-Einrichtung zu ersehen ist:

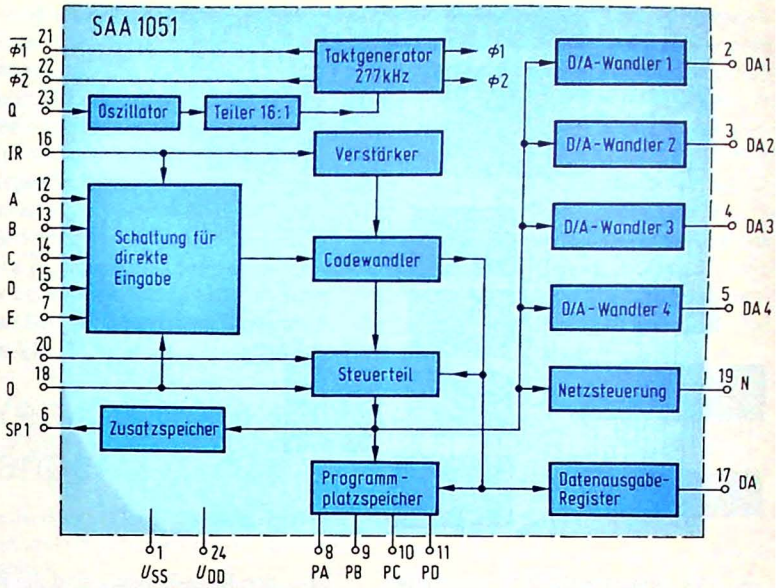


Bild 5. Blockschaltbild der SAA 1051

1. Ein, Programm 2;
2. Seitenanwahl-Befehl;
3. Eingabe der Seiten-Nummer, z. B. 1, 2, 7 (Seite 127);
4. Textbefehl, d. h. die gewünschte Seite erscheint auf dem Bildschirm.

Erfolgt dieser Textbefehl nicht, kann der Gerätebenutzer weiterhin sein Fernsehprogramm sehen, obwohl der Inhalt der angewählten Videotextseite bereits im Empfänger gespeichert ist. Nun kann zu einem beliebig späteren Zeitpunkt diese Textseite abgerufen werden. Wird der Textbefehl nicht gegeben, kann ebenfalls ein anderes Fernsehprogramm aufgerufen werden, ohne daß die Videotext-Information verlorengeht. Der Seher „pendelt" so nach Wunsch mit einem Minimum an Bedienungsaufwand zwischen diesen beiden Medien, z. B.

1. Ein, Programm 2;
2. Seitenanwahl-Befehl;
3. Seiteneingabe, z. B. 1, 2, 7 (Seite 127);
4. Umschalten auf Programm 1;
5. Umschalten auf Programm 2;
6. Textbefehl.

Nun erscheint die unter Position 3 angewählte Textseite sofort, obwohl nach der Seiteneingabe auf andere Fernsehprogramme umgeschaltet wurde. So kann mit einmaliger Seiteneingabe auch die unter der gleichen Seitennummer zu empfangende Textinformation anderer Programme aufgerufen werden, indem nach der Seiteneingabe der nächste Sender aufgerufen und dann der Seitenaufrufbefehl „Text" gegeben wird. Das ist eine besonders interessante Möglichkeit im Falle einer Standardisierung der Seitennummern der verschiedenen Sendeanstalten.

Die Empfänger-IS SAA 1051

Die Empfängerschaltung ist in P-Kanal-Si-Gate-Technik ausgeführt (*Bild 5*). Der integrierte Quarzoszillator erfordert außer dem zwischen Anschluß 23 und U_{SS} zu schaltenden 4,4336-MHz-Farbhilfsträgerquarz keine weiteren Bauelemente. Auf einen Frequenzteiler 16:1 folgt der Taktgenerator, der

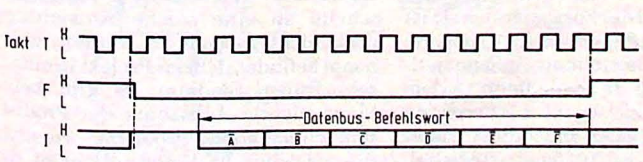


Bild 6. Serielle Datenausgabe der Adapter-IS

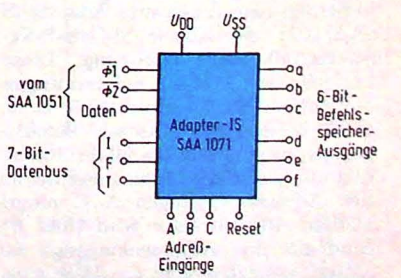


Bild 7. Adapter-IS SAA 1071

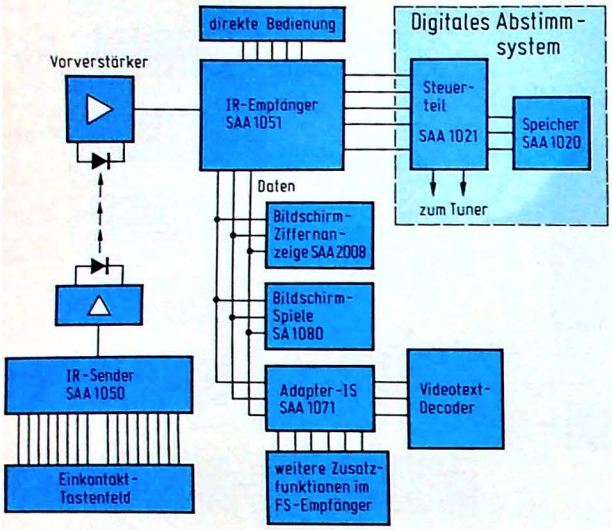


Bild 8. Blockschaltbild eines IR-Fernsteuersystems mit SAA 1050/1051

einen Zweiphasentakt Φ1, Φ2 erzeugt, mit dem die SAA 1051 getaktet wird. Außerdem wird der invertierte Zweiphasentakt $\overline{\Phi 1}$, $\overline{\Phi 2}$ über die Anschlüsse 21 und 22 nach außen abgegeben, so daß damit Zusatzschaltungen getaktet werden können.

Dabei ist es vorteilhaft, daß die SAA 1051 ein invertiertes Taktsignal abgibt, weil die Zusatzschaltungen das Taktsignal mit invertierenden Verstärkern verstärken. Die Taktfrequenz ist 277 kHz. Über die direkte Eingabe A...E können 31 Funktionen, unter anderem vier D/A-Wandler, 16 Programme, Befehle für digitale Kanalwahl, Normierung der D/A-Wandler, Netz Aus und sequentielle Programmfortschaltung direkt bedient werden.

Der Anschluß 18 dient der Umschaltung zwischen Fernsehen und Rundfunkbetrieb. Die Ausgänge PA...PD sind die Programmausgänge für die Programmanzeige der 16 Speicherplätze. Ferner stehen vier D/A-Wandler DA 1 bis DA 4, Netzsteuerung N und ein Feinabstimmsignal T zur Steuerung des Abstimmsystems SAA 1020/1021 zur Verfügung.

Um dieses Infrarot-Fernbedienungssystem an die unterschiedlichsten Gerätesysteme anpassen zu können, steht zusätzlich eine preiswerte Adapter-IS SAA 1071, ebenfalls in Si-Gate-P-Kanal-Technik, zur Verfügung. Diese wandelt nach Prüfung auf Störungen die serielle Befehlsinformation, d. h. die 64 Befehle jeder einzelnen Befehlsgruppe, in eine 6-Bit-Parallel-Information um, wobei die IS nur unter der an den Adresseneingängen A...C eingestellten Adresse aktiv wird (*Bild 6*). Sind alle drei Adresseneingänge auf „High" gesetzt, werden die Befehle unabhängig von der Adresse verarbeitet.

Über den Reset-Eingang sind die Befehlsspeicher-Ausgänge rücksetzbar, und mit einem externen RC-Glied ist ein automatisches Rücksetzen nach Ablauf einer definierten Zeit möglich. Erfolgt kein Rücksetzen, so bleibt der letzte Befehl bis zum Setzen eines neuen Kommandos gespeichert. Ergänzend steht das komplette Befehlspaket auch seriell an den Ausgängen IFT zur Verfügung (*Bild 7*).

Zusammenfassung

Während bei den bisher üblichen Fernbedienungssystemen das Gesamtkonzept auf die Grundaufgabe „Bedienung eines Fernsehempfängers" zugeschnitten war, stellt Intermetall nun ein System zur Verfügung, das es dem Gerätehersteller gestattet, mit einem Fernbedienungsmodul alle zukünftigen Fernbedienungsaufgaben zu erfüllen, bei Rundfunk, Hi-Fi, Fernsehen, in Verbindung mit fernbedienbaren Telespielen, zur Fernsteuerung von Mikroprozessor-Funktionen ebenso wie zur Fernbedienung von Videotext- und Bildschirmtext-Einrichtungen. *Bild 8* zeigt das Blockschaltbild eines IR-Fernsteuersystems SAA 1050/1051 mit Satellitenfunktionen.

Literatur

[1] *Ullrich, M.; Hegendörfer, M.*: Vollbild im Bild. FUNKSCHAU 1977, Heft 17, S. 758...762.

[2] *Flamm, P.*: Ultraschall-Fernsteuerung mit neuen integrierten Schaltungen. FUNKSCHAU 1975, Heft 8, S. 81...84, und Heft 9, S. 67...69.

[3] *Burth, R.-D.*: Integrierte Ultraschall-Fernsteuerschaltungen. Funk-Technik 30 (1975), Heft 18, S. 564...572, und Heft 20, S. 642...646.

[4] *Flamm, P.; Strobl, K.*: Zeichenanzeige auf dem Bildschirm mit IS SAA 1000. FUNKSCHAU 1978, Heft 3, S. 94...97.

Flache Elektronenstrahlröhre

Während in vielen Laboratorien der Welt an der „flachen" Bildröhre gearbeitet wird und trotz diverser Technologien noch nirgends der sogenannte echte Durchbruch zum farbtüchtigen, wirtschaftlich produzierbaren Produkt erreicht wurde, gehen anderswo die Arbeiten an wirklich flachen Elektronenstrahlröhren für Spezialzwecke weiter. Texas Instruments veröffentlichte kürzlich auf einer Fachtagung in Washington Einzelheiten einer solchen neuartigen Elektronenstrahlröhre mit nur 5 cm Tiefe bei einer Schirmabmessung von 15 cm x 20 cm. In diesem flachen Glaskasten – von einer Röhre sollte eigentlich nicht gesprochen werden – befindet sich eine Flächenkatode, die ebenso groß wie das Bildfenster ist. Zwischen Katode und Bildschirm ist eine Dreischichten-Steuerelektrode angeordnet. Die Lochmaske dient der Steuerung und der Fokussierung; sie ist dem Verwendungszweck angepaßt: nämlich der Darstellung alphanumerischer Zeichen in Zeilenform. Jedem Zeichen ist eine eigene Löchermatrix mit 5 x 9 Elementen zugeordnet; dieses Matrixmuster ist 1920mal wiederholbar. Damit lassen sich bei entsprechender Ansteuerung 24 Reihen von je 80 Zeilen darstellen. Allerdings ist die Ansteuerung kompliziert und erfordert einen hohen externen Schaltungsaufwand, der als ein wesentlicher Nachteil dieser Konstruktion angesehen wird. Immerhin kann aber die Zahl der Zuleitungen gegenüber dem konkurrierenden Plasmadisplay von rd. 600 auf 100 herabgesetzt werden. Die Katode selbst besteht aus eng aneinanderliegenden Wolframdrähten mit Oxidschicht.

Sollte diese Anordnung einmal für die Darstellung von Grauwerten benutzt werden, wie es ein Fernsehbild verlangt, dann müßten die Steuersignale nach einer Impulsbreiten-Methode moduliert werden, auch ließe sich die Auflösung, die für ein Fernsehbild nicht ausreicht, durch eine andere Lochmaske verbessern. Allerdings scheint an eine solche Anwendung noch nicht gedacht zu werden, überhaupt befindet sich das Projekt in einem sehr frühen Stadium; es gibt keine Pläne für die Aufnahme der Produktion, zumal einige Probleme, wie etwa die mechanische Empfindlichkeit der Wolframdrähte, noch ungelöst sind.

Die bisher vielfach übliche Schaltungstechnik für die Vertikalablenkung mit Klasse-B--Endstufen hat den Nachteil, daß infolge des geringen Wirkungsgrades eine unnötig hohe Erwärmung der Geräte entsteht. Ein Schritt in Richtung geringerer Leistungsaufnahme ist die vom Markt her bekannte SSVD-Technik, die nach dem Prinzip der mit Zeilenfrequenz getakteten Vertikalendstufe während der relativ kurzen Horizontal-*rücklauf*dauer arbeitet [1], aber auch bei dieser Schaltung müssen noch Kühlmittel aufgewendet werden. Im Gegensatz dazu arbeitet die von SEL entwickelte SMVD-Schaltung während der Zeilen*hinlauf*zeit. Durch den hohen Wirkungsgrad von 62,5 % der Vertikalendstufe einschließlich der zugehörigen Versorgungsstufen ergibt sich hier eine so erhebliche Verringerung der Erwärmung, daß alle Kühlmittel für die Endstufentransistoren entfallen können. Ebenso verringert sich auch der Aufwand für die großen Bauelemente der Vertikalendstufe. Die Ansteuerschaltung ist so konzipiert, daß sie leicht in einer monolithischen Schaltung integriert werden kann.

Gerd Dobbert,
Klaus Reh

Leistungssparende Vertikalablenkschaltung für Farbfernsehempfänger

1. Teil

In den letzten Jahren konnte die Leistungsaufnahme von Farbfernsehgeräten durch neue energiesparende Schaltungstechniken im Stromversorgungsteil und in den Leistungsstufen erheblich gesenkt werden. Energieeinsparung bedeutet aber auch eine geringere Wärmeentwicklung im Gerät, so daß sich dann der Aufwand für viele Leistungsbauteile erheblich verringert und großvolumige Kühlkörper verkleinert oder ganz eingespart werden können. Außerdem steigen die Betriebssicherheit und die Lebensdauer des gesamten Gerätes.

Ein relativ großer Teil der von einem Fernsehgerät aufgenommenen Leistung wird für die Vertikalablenkung benötigt. Davon dient aber nur ein kleiner Teil zur Erzeugung des sägezahnförmigen Ablenkstromes in den Vertikalablenkspulen. Den Hauptanteil der aufgenommenen Energie wandelt eine in herkömmlicher Lineartechnik aufgebaute Vertikalendstufe in Wärme um und gibt diese über entsprechende Kühlkörper an die Umgebung ab. Daher war es notwendig, mit besserem Wirkungsgrad arbeitende Vertikalablenkungen zu entwickeln, bei denen nicht nur der Leistungsumsatz in der Vertikalendstufe, sondern auch in den davor liegenden Versorgungsstufen verringert ist.

Die Lösung dieser Aufgabe führte bei SEL zur SMVD-Schaltung (SMVD = Switch Mode Vertical Deflection). Dabei handelt es sich um eine mit Horizontalfrequenz geschaltete Vertikalendstufe.

Prinzip der SMVD-Schaltung

Bild 1 zeigt das vereinfachte Schaltbild einer SMVD-Vertikalablenkschaltung. Die für die Vertikalablenkung benötigte Energie wird den beiden Wicklungen W 1 und W 2 des Horizontalausgangstransformators direkt entnommen. Am Verbindungspunkt von W 1 und W 2 sind der Integrationskondensator C_V und die Vertikalablenkspulen angeschlossen. An den beiden anderen Anschlüssen der Wicklungen W 1 und W 2 befindet sich jeweils eine Reihenschaltung aus einer Integrationsspule L 1 bzw. L 2 und einem Halbleiterschalter, der aus einer Diode D 1 bzw. D 2 und einem Transistor T 1 bzw. T 2 besteht. Die den Transistoren T 1 und T 2 parallelgeschalteten Kondensatoren C 1 und C 2 dienen dazu, auftretende Spannungsspitzen zu dämpfen.

Sowohl der obere als auch der untere Halbleiterschalter sind jeweils mit Masse verbunden und werden mit Horizontalfrequenz geschaltet. Sie können im durchgeschalteten Zustand wegen

Gerd Dobbert (42) lernte von 1950 bis 1953 Radio- und Fernsehtechniker in Lüneburg. 1959 legte er die Meisterprüfung ab und ist seit 1961 Entwicklungsingenieur für Fernsehschaltungen. 1970 wurde er Mitarbeiter im Zentrallaboratorium der ITT Bauelemente Gruppe Europa und ist seit 1975 im SEL-Forschungszentrum, Fachbereich Industrie- und Konsum-Elektronik, tätig. Z. Z. arbeitet er als Entwicklungsingenieur auf dem Gebiet der Ablenkschaltungstechnik für Fernsehempfänger.

Klaus Reh (31) lernte von 1961 bis 1964 Elektroniker in Esslingen. 1972 legte er die Radio- und Fernsehtechniker-Meisterprüfung ab. Ab 1968 war er Mitarbeiter im Zentrallaboratorium der ITT Bauelemente Gruppe Europa, und seit 1975 ist er im SEL-Forschungszentrum, Fachbereich Industrie- und Konsum-Elektronik, als Entwicklungsingenieur auf dem Gebiet der Ablenkschaltungstechnik für Fernsehempfänger tätig.

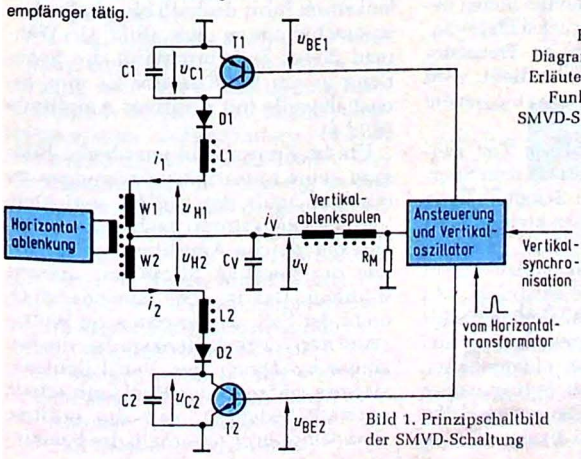
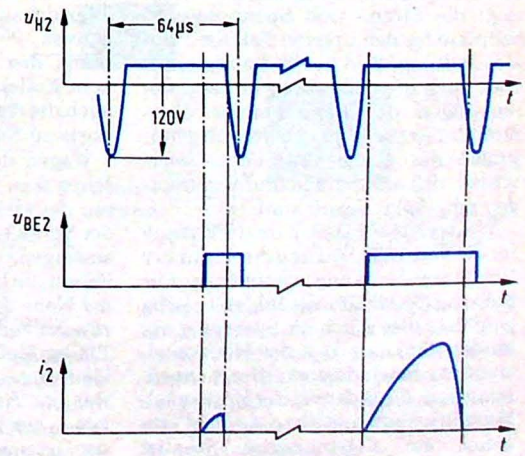


Bild 1. Prinzipschaltbild der SMVD-Schaltung

Bild 2. ▶ Diagramme zur Erläuterung der Funktion der SMVD-Schaltung



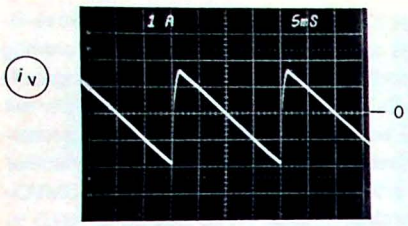


Bild 3. Vertikalablenkstrom i_V durch die Ablenkspulen

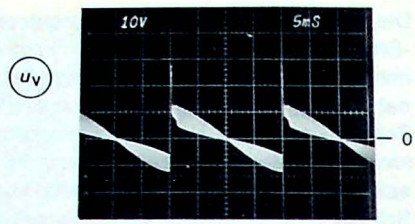


Bild 4. Verlauf der Spannung u_V am Integrationskondensator C_V

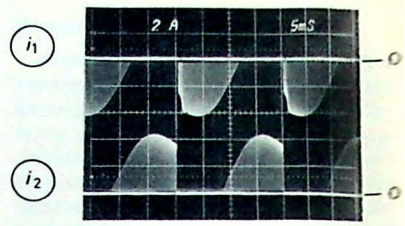


Bild 5. Vertikalfrequente Kollektorströme i_1 und i_2 der Endstufentransistoren T 1 und T 2

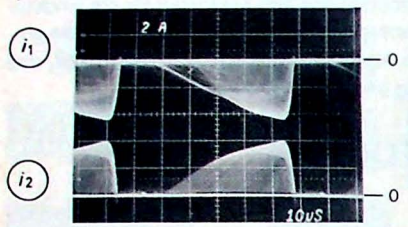


Bild 6. Oszillogramme der horizontalfrequenten Kollektorströme i_1 und i_2 der Endstufentransistoren

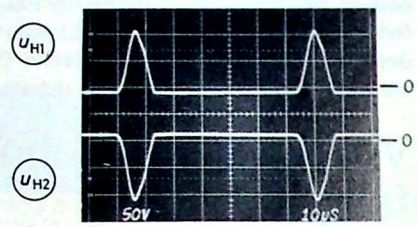


Bild 7. Oszillogramme der horizontalfrequenten Spannungen u_{H1} und u_{H2} in den Wicklungen W 1 und W 2

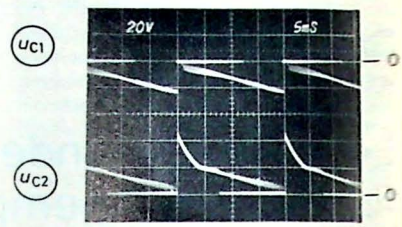


Bild 8. Kollektorspannungen u_{C1} und u_{C2} der Endstufentransistoren

ihrer gegensätzlichen Polung nur Ströme führen, die in entgegengesetzter Richtung fließen. Diese beiden Ströme i_1 und i_2 überlagern sich in den Ablenkspulen zum sägezahnförmigen Vertikalablenkstrom i_V, wobei der Integrationskondensator C_V die horizontalfrequenten Anteile von i_1 und i_2 integriert.

Die Ansteuerschaltung, in Bild 1 als Block dargestellt, enthält den Vertikaloszillator mit Sägezahngenerator und alle Schaltungsteile, die zur Aufbereitung der Ansteuersignale u_{BE1} und u_{BE2} dienen. Der Meßwiderstand R_M, der vom Vertikalablenkstrom durchflossen wird, liefert eine Information an den Gegenkopplungseingang der Ansteuerschaltung zur Stabilisierung der Vertikalablenkung.

Wirkungsweise der SMVD-Schaltung

Anhand der Diagramme in *Bild 2* soll im folgenden die Funktion der SMVD-Schaltung erklärt werden. Dieses Bild zeigt die Strom- und Spannungsverhältnisse für den unteren Teil der Prinzipschaltung, Bild 1, die im wesentlichen auch die Ablenkung in der unteren Hälfte des Fernsehbildes übernimmt. Für die obere Hälfte gilt sinngemäß das gleiche mit dem Unterschied, daß alle Ströme und Spannungen umgekehrt gepolt sind.

Wie bereits erwähnt, wird die Energie für die Vertikalablenkung direkt aus der Horizontalablenkung entnommen. Für die untere Bildhälfte der Bildablenkung geschieht dies durch die Spannung u_{H2} an der Wicklung W 2 des Horizontalausgangstransformators. Diese Spannung u_{H2}, die während der Horizontalhinlaufperiode positiv ist, liegt zugleich am elektronischen Schalter D 2/T 2, der so polarisiert ist, daß er nur während dieser Zeit Strom führen kann.

In der Mitte des Fernsehbildes, wo der Vertikalablenkstrom eine kleine Amplitude aufweisen soll, gelten die Verhältnisse, wie sie im linken Teil von Bild 2 dargestellt sind. Der Transistor T 2 wird erst relativ kurz vor Ende des Zeilenhinlaufes durch die Spannung u_{BE2} an seiner Basis nach Masse durchgeschaltet. Es beginnt ein sinusförmiger Anstieg des Stromes i_2. Seine Form wird bestimmt von der nahezu konstanten Hinlaufspannung an der Wicklung W 2 und der Resonanz der Integrationsspule L 2 mit dem Integrationskondensator C_V.

Kurz nach dem Beginn des Zeilenrücklaufs unterschreitet die Horizontalablenkspannung u_{H2} die Nullinie; dadurch sperrt die Diode D 2 und damit der gesamte elektronische Schalter. Der Transistor T 2 wird also nicht durch Abschalten an seiner Basis stromlos, sondern durch das Sperren von D 2 infolge der an ihr auftretenden hohen negativen Horizontalrückschlagspannung. Erst jetzt, wenn im Transistor kein Kollektorstrom mehr fließt, wird auch die Ansteuerspannung u_{BE2} an der Basis zu Null.

Wegen der relativ kurzen Zeit zwischen dem Einschalten und dem Sperren des elektronischen Schalters kann der Strom i_2 nur auf einen kleinen Wert ansteigen, was auch dem geringen Energiebedarf der Vertikalablenkung in der Nähe der Bildmitte entspricht. Mit zunehmender Vertikalauslenkung wird T 2 von Zeile zu Zeile jeweils um einen kleinen Moment früher eingeschaltet, was ein Ansteigen des Spitzenwertes von i_2 zur Folge hat. Die rechte Hälfte der Diagramme in Bild 2 zeigt die Verhältnisse, wie sie am unteren Bildschirmrand kurz vor Beginn des Vertikalrücklaufes vorherrschen. Der momentane Wert des Vertikalablenkstromes wird also durch den Einschaltzeitpunkt des Transistors T 2 während der Horizontalhinlaufperiode bestimmt.

Hat die Vertikalablenkung den unteren Bildrand erreicht, so folgt der Vertikalrücklauf. Dazu muß der Elektronenstrahl in der Bildröhre in gegebener Zeit vom unteren zum oberen Bildrand abgelenkt werden. Um dies zu erreichen, muß sich die Vertikalablenkstromrichtung umkehren. Der Vertikalrücklauf wird dadurch eingeleitet, daß der Transistor T 2 nicht mehr angesteuert wird. Jetzt kann der durch die Vertikalablenkspulen fließende Ablenkstrom i_V nicht mehr über den unteren Halbleiterschalter, sondern nur noch über den Integrationskondensator C_V fließen. Die Induktivität der Ablenkspulen und die Kapazität des Kondensators C_V bilden dabei einen Resonanzkreis; der Ablenkstrom führt deshalb eine halbe Kosinusschwingung aus (*Bild 3*). Während dieser Zeit durchläuft die Spannung u_V am Kondensator C_V eine Sinushalbwelle mit positiver Amplitude (*Bild 4*).

Um im Fernsehbild am oberen Bildrand keine Linearitätsverzerrungen zu erhalten, muß der positiv gerichtete Vertikalablenkstrom nach dem Rücklauf die gleiche Amplitude aufweisen wie der negative Strom am unteren Bildrand. Das ist aber zunächst noch nicht der Fall, da der ohmsche Widerstand der Vertikalablenkspulen die Kosinusschwingung des Vertikalablenkstromes während der Rücklaufperiode so stark bedämpft, daß die positive Stromamplitude unterhalb des benötig-

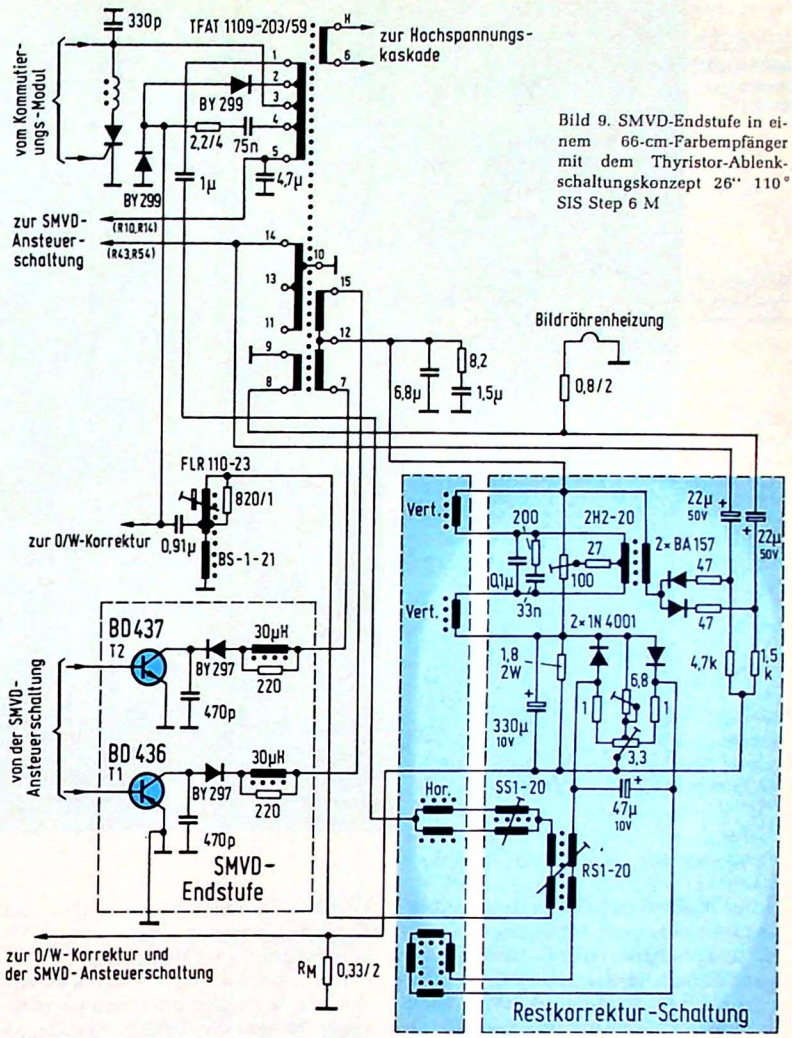
ten Wertes bleibt. Um auf die volle Höhe der Stromamplitude zu kommen, muß jetzt Energie aus der Horizontalendstufe in die Vertikalablenkung übernommen werden. Dazu wird der Transistor T 1 so lange für die gesamte Zeit des Horizontalhinlaufs durchgeschaltet, bis der Strom in den Vertikalablenkspulen die erforderliche Amplitude erreicht hat.

Alle bis jetzt beschriebenen Vorgänge, die sich auf den Vertikalrücklauf beziehen, müssen innerhalb der für die Vertikalaustastlücke vorgegebenen Zeit abgeschlossen sein. Bestimmend für die zeitlichen Abläufe während des Vertikalrücklaufs sind die elektrischen Daten der Vertikalablenkspulen, die Kapazität des Integrationskondensators C_V und die Höhe der horizontalfrequenten Hinlaufspannung an Wicklung W 1.

Am Beginn der nächsten Vertikalhinlaufperiode ist T 1 fast über den gesamten Bereich des Zeilenhinlaufs durchgeschaltet. Es fließt dann der Storm i_1 mit großer Amplitude. Bewegt sich die Ablenkung immer mehr zur Bildmitte hin, so wird die Einschaltzeit des Transistors T 1 von Zeile zu Zeile immer kürzer, bis er dann schließlich kurz nach Erreichen der Bildmitte überhaupt nicht mehr durchgeschaltet wird. Kurz vor der Bildmitte wird der Transistor T 2 wieder angesteuert, so daß für kurze Zeit beide Halbleiterschalter Strom führen. Eine kurzzeitige Überlappung der beiden Ströme i_1 und i_2 in der Mitte des Bildes ist notwendig, um Übernahmefehler im Vertikalablenkstrom zu verhindern.

In *Bild 5* sind die *vertikal*frequenten Kollektorströme i_1 und i_2 beider Endstufentransistoren dargestellt. Die Oszillogramme lassen den jeweiligen Überlappungsbereich deutlich erkennen. Die *horizontal*frequenten Kollektorströme i_1 und i_2 sowie die zugehörigen Spannungen u_{H1} und u_{H2} an den Wicklungen W 1 und W 2 sind in *Bild 6* und *7* dargestellt.

Die Oszillogramme in Bild 3...7 wurden mit einer SMVD-Schaltung in Verbindung mit einer SIS-In-Line-Farbbildröhre A 66-501 X mit Sattelspulenablenksystem aufgenommen [2]. In *Bild 8* sind die dabei auftretenden Kollektorspannungen u_{C1} und u_{C2} an den Endstufentransistoren dargestellt. Da diese Spannungen verhältnismäßig niedrig sind, ist die SMVD-Schaltung eine typische Niedervoltschaltung, die den Einsatz von Endstufentransistoren mit niedriger Sättigungsspannung gestattet. Die Dimensionierung der SMVD-Endstufe und ihren Einsatz in einem 66-cm-Farbempfänger mit dem Thyristor-Ablenkschaltungskonzept 26" 110° SIS Step 6 M zeigt *Bild 9*.



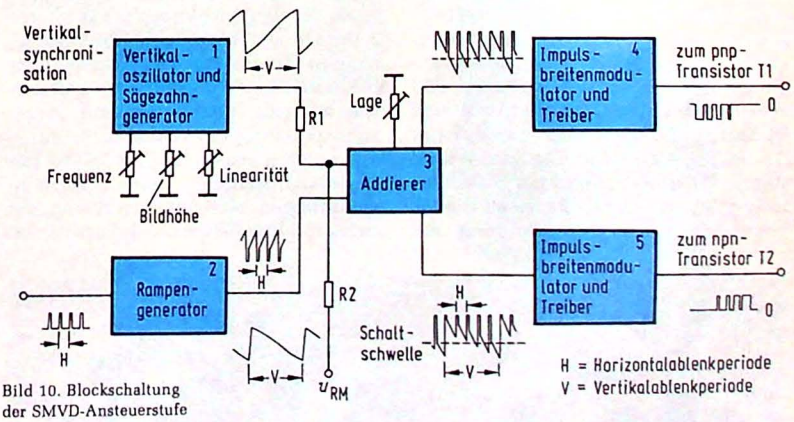


Bild 9. SMVD-Endstufe in einem 66-cm-Farbempfänger mit dem Thyristor-Ablenkschaltungskonzept 26" 110° SIS Step 6 M

Bild 10. Blockschaltung der SMVD-Ansteuerstufe

Die SMVD-Ansteuerschaltung

In *Bild 10* soll mit Hilfe eines Blockschaltbildes die Wirkungsweise der Ansteuerschaltung erläutert werden. Die eingezeichneten Spannungsdiagramme, die die Aufbereitung der einzelnen Signale innerhalb der Schaltung kennzeichnen, sind der besseren Anschaulichkeit wegen nur schematisch dargestellt, und zwar weisen die horizontalfrequenten Spannungsanteile eine größere zeitliche Dehnung auf als die vertikalfrequenten.

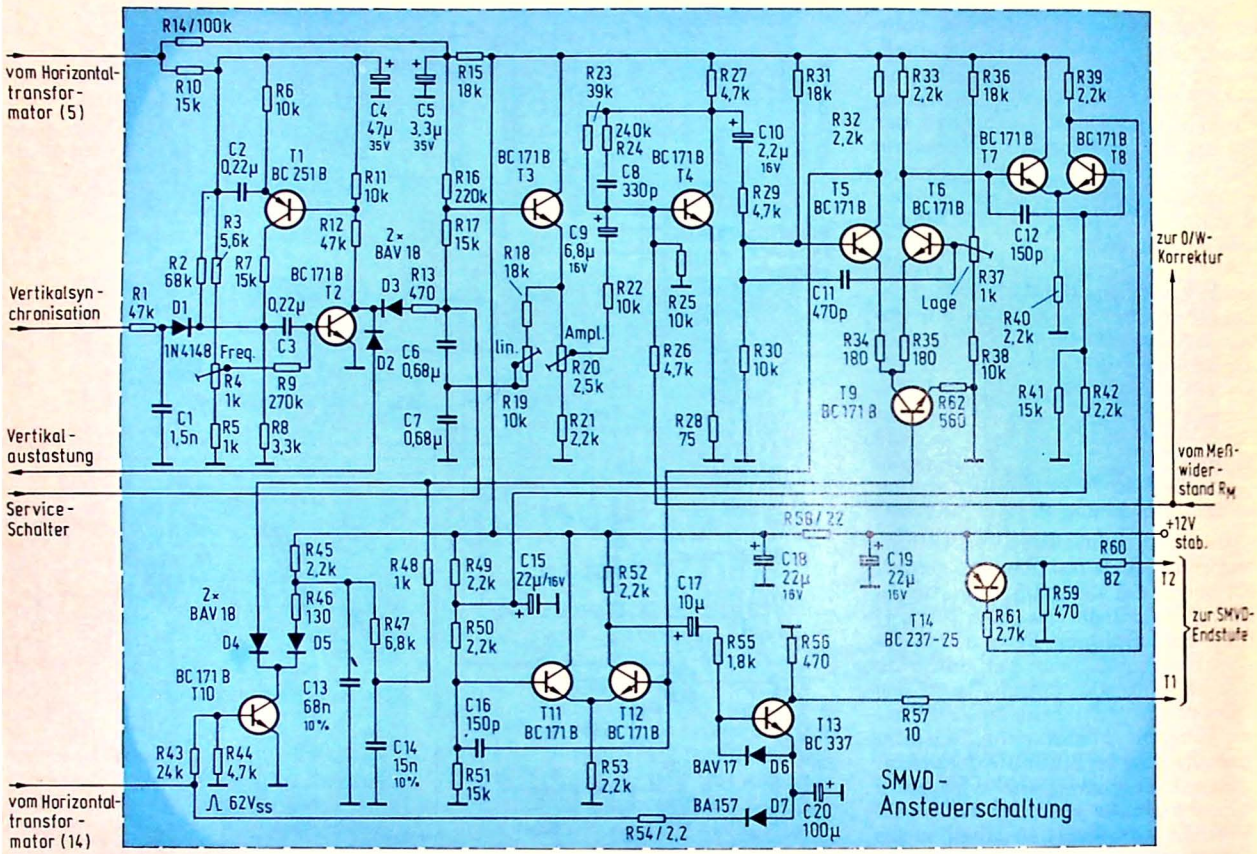


Bild 11. Schaltbild der SMVD-Ansteuerschaltung

Der Block 1 enthält die in bekannter Schaltungstechnik aufgebauten Stufen für den Vertikaloszillator und den Sägezahnspannungsgenerator. Bildfrequenz, Bildhöhe und Linearität können in üblicher Weise mit drei Potentiometern eingestellt werden. Der Rampengenerator 2 formt eine horizontalfrequente Spannung, die vom Hochspannungstransformator kommt, so um, daß über den gesamten Zeilenhinlauf eine Rampenspannung mit definierter Dachschräge entsteht. Über die Widerstände R 1 und R 2 wird zur Stabilisierung des Vertikalablenkstromes die Sägezahnspannung vom Ausgang des Vertikalsägezahngenerators mit der Sägezahnspannung u_{RM} am Meßwiderstand R_M verglichen.

Das Ergebnis dieses Vergleichs und die horizontalfrequente Rampenspannung bilden die beiden Eingangssignale für den nachfolgenden Addierer 3, der je einen Ausgang für die Ansteuerung in der oberen und in der unteren Bildhälfte hat. Am oberen Ausgang erscheint eine vertikalfrequente Sägezahnspannung mit positiver Steigung, am unteren Ausgang eine solche mit negativer Steigung. Beide Sägezahnspannungen sind überlagert von der horizontalfrequenten Rampenspannung, die in beiden Fällen dieselbe Polarisierung aufweist. Mit dem am Addierer angeschlossenen Einsteller können die Gleichspannungsanteile der beiden Ausgangssignale gegeneinander verschoben werden, was eine einfache und sehr kostengünstige Beeinflussung der Bildlage ermöglicht.

In den nachfolgenden Impulsbreitenmodulatoren 4 und 5 werden die vom Addierer kommenden Signale jeweils mit einer Schwellenspannung verglichen. Alle horizontalfrequenten Rampen, die diese Schaltschwelle unterschreiten, erzeugen Rechteckspannungen, die über je eine Treiberstufe die Endstransistoren durchschalten. Die Eintauchtiefe der horizontalfrequenten Rampenspannungen in die Schwellenspannung bestimmt die Breite der Rechteckimpulse und damit die Einschaltzeit der beiden Endtransistoren, letztlich also die momentan notwendige Richtung und Amplitude des Vertikalablenkstromes.

der SMVD-Ansteuerschaltung ist in *Bild 11* dargestellt. *Bild 12* zeigt die Platinen der SMVD-Endstufe (links) und der Ansteuerschaltung (rechts).

(Schluß folgt)

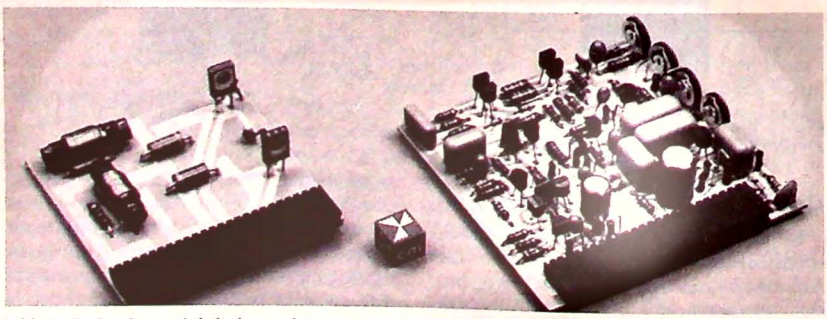


Bild 12. Endstufenmodul (links) und Ansteuermodul (rechts) der SMVD-Schaltung

Dr. Robert Friedrich
Dipl.-Ing. Eberhard Nill

Die Heliochrom-Farbbildröhre A 66-501 X, die im Bildröhrenwerk Esslingen der ITT Bauelemente Gruppe Europa seit August 1977 in Großserie produziert wird, stellten wir bereits in Heft 18/1977, Seite 819, vor. Der folgende Beitrag bringt weitere Einzelheiten über die Technologie dieser Bildröhre und berichtet über die bisherigen Fertigungserfahrungen.

Die Heliochrom-Farbbildröhre A 66-501 X

Die Heliochrom-Farbbildröhre A 66-501 X ist meßtechnisch um 70 % heller – gemessen bei gleichem Strahlstrom – als ihre Vorgängerin A 66-500 X, mit der sie mechanisch und elektrisch voll austauschbar ist. Diese Helligkeitssteigerung wurde durch Einführung einer neuen Technologie erreicht, ohne Abstriche an den hohen europäischen Standards bezüglich Kontrast, Farbreinheit, Weißgleichförmigkeit, thermischen Verhaltens, Schärfe, Gradation (Helligkeitsabfall zwischen Bildmitte und -rand), Farborte der Einzelfarben usw. zu machen.

Wie kann die Helligkeit einer Farbbildröhre gesteigert werden?

Für die Helligkeit H (gemessen in cd) einer Farbbildröhre kann folgender Zusammenhang abgeleitet werden

$$H = T_g \cdot a \cdot T_M \cdot I_{st} \qquad (1)$$

Darin bedeutet T_g die Transmission des Frontglases; a gibt die Umwandlung der Elektronen in Photonen wieder und hängt von der Anodenspannung, dem Leuchtstoffwirkungsgrad, dem Beschirmungsverfahren u. a. ab; T_M ist die Transparenz der Schlitzmaske und I_{st} der Strahlstrom (*Bild 1*). Diese Formel beschreibt die Realität mit guter Näherung, Reflexionen an der Glasinnenseite u. ä. sind vernachlässigt.

Aus Gleichung (1) kann die Meßgröße L (Leuchtdichte, gemessen in cd/m²) abgeleitet werden

$$L = \frac{H}{F} \qquad (2)$$

wobei F die ausgeschriebene Fläche des Bildschirmes ist.

Eine Erhöhung der Helligkeit kann – wie aus Bild 1 bzw. Formel (1) ersichtlich – durch eine Vergrößerung des Strahlstromes I_{st}, der Maskentransparenz T_M, der Glastransmission T_g oder der Größe a (d. h. höhere Anodenspannung, effizientere Leuchtstoffe u. ä.) erreicht werden. Eine einfache Erhöhung der meisten dieser Parameter hat jedoch negative Konsequenzen für andere Röhreneigenschaften:

- Eine Erhöhung des Strahlstromes hat eine Vergrößerung des Elektronenstrahldurchmessers und damit eine Verschlechterung der Schärfe zur Folge.
- Eine höhere Maskentransparenz – nur durch Verbreiterung der Maskenschlitze – reduziert die Landungsreserve und beeinträchtigt daher die Farbreinheitswege, die Weißgleichförmigkeit und das thermische Verhalten.
- Eine alleinige Erhöhung der Glastransmission verringert den Kontrast.
- Eine Vergrößerung des Wertes a über eine Verbesserung der Leuchtstoffe wäre wünschenswert, jedoch sind hier beim heutigen Stand der Technik nur kleine Schritte möglich. Eine Erhöhung von a durch das sogeannte „shiften" der Leuchtstoffe, d. h. das Verschieben der Farborte, z. B. bei Grün in Richtung Gelb, reduziert die Farbinformation infolge der auftretenden Entsättigung der Einzelfarbe. Mit höherer Anodenspannung vergrößert sich a ebenfalls (5 kV Steigerung bedeuten etwa 20 % mehr Helligkeit). Dieser Maßnahme sind aber Grenzen durch Röntgenstrahlsicherheit und Überschlagsverhalten gesetzt.

Der Lösungsweg bei der Heliochrom-Bildröhre

Wie einleitend betont, wurde bei der Heliochrom-Farbbildröhre die Helligkeit ohne Einbuße bei irgendeiner anderen Röhreneigenschaft gesteigert. Dies erreichte man durch sinnvolle Kombination einiger der oben genannten Möglichkeiten und durch zusätzliche Maßnahmen auf folgendem Weg:

- Die Maskentransparenz wurde um 20 % erhöht – ohne Beeinträchtigung der Farbreinheitswege, der Weißgleichförmigkeit und des ther-

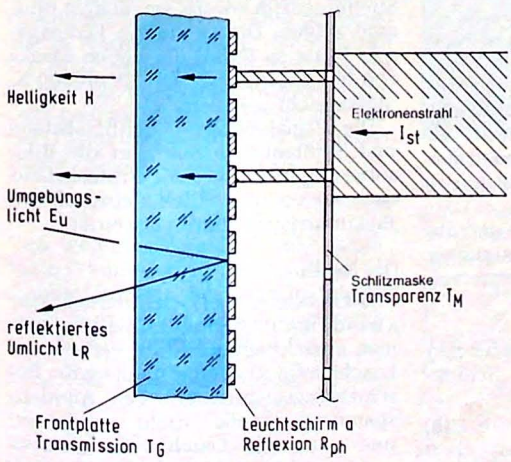


Bild 1. Prinzipdarstellung eines Ausschnittes aus Frontglas und Schlitzmaske einer Farbbildröhre

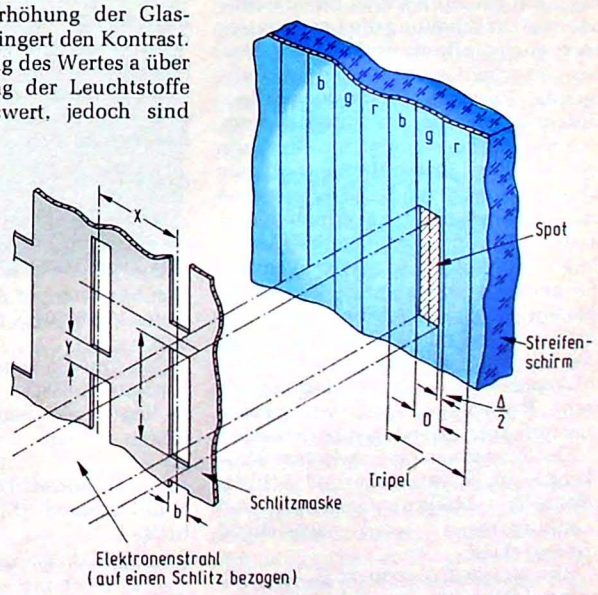


Bild 2. Zusammenhang zwischen Maskendesign, Streifenschirm und Landungstoleranz

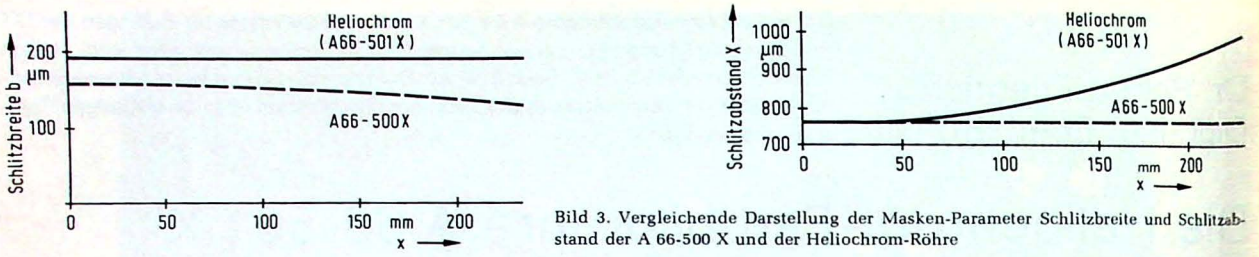


Bild 3. Vergleichende Darstellung der Masken-Parameter Schlitzbreite und Schlitzabstand der A 66-500 X und der Heliochrom-Röhre

mischen Verhaltens – durch Einführung einer neuen, seit ca. $1\frac{1}{2}$ Jahren bekannten Maskentechnologie.

- Die Effizienz der Leuchtstoffe und die Beschirmungstechnologie wurden verbessert, was zu einer zusätzlichen Erhöhung der Helligkeit um 10 % führte.
- In Kombination mit der Anhebung von Maskentransparenz und Leuchtschichteffizienz konnte die Glastransmission um ca. 30 % erhöht werden, ohne den Kontrast zu verringern.

Im folgenden wird auf diese drei Änderungen von Maske, Leuchtschicht und Glas näher eingegangen.

Die Maske

Eine Aufweitung der Maskenschlitze und damit breitere Elektronenspots auf dem Leuchtschirm bei unveränderter Breite der Phosphorstreifen führen zu geringerer Landungsreserve, und dies hat bei gleichbleibenden Fertigungstoleranzen und thermischen Bewegungen der Maske im Betrieb eine schlechtere Farb- und Weißqualität zur Folge. Bei der Heliochrom-Röhre wurde jedoch mit der Aufweitung der Maskenschlitze zur Erhaltung der Landungsreserve auch die Breite der Phosphorstreifen dort erhöht, wo für Farb- und Weißqualität Reserven gebraucht werden. Reserven werden zunehmend zum Schirmrand hin benötigt, um einerseits trotz der thermischen Bewegungen der Maske (Doming und Blistering) eine stabile Farbreinheit zu erhalten und andererseits trotz der Toleranzfehler infolge der großen Strahlablenkwinkel die gewohnt großen „Einstellwege" zu gewährleisten. Die Schirmmitte ist unkritisch, weil der Einstellvorgang an der Bildröhre automatisch eine gute Mittenlandung ergibt und dort thermische Bewegungen der Maske keine Landungsverschiebungen bewirken.

Der Zusammenhang zwischen Maskendesign (Schlitzbreite und Schlitzabstand), Maskentransparenz und Landungsreserve wird nachstehend näher erklärt.

Die *Maskentransparenz* T_M ist definiert als Verhältnis von Schlitzfläche zu Maskenfläche pro Schlitz

$$T_M = \frac{b \cdot l}{X \cdot Y} \qquad (3)$$

mit b = Schlitzbreite, l = Schlitzlänge, X = Schlitzabstand in x-Richtung und Y = Schlitzabstand in y-Richtung (*Bild 2*).

Da die Schlitzlänge l und der Schlitzabstand Y in y-Richtung für eine Landungsbetrachtung bei der In-Line-Technik ohne Einfluß sind und nicht verändert wurden, können sie zu einer Konstante d = l/Y zusammengefaßt werden. Damit wird

$$T_M = d \cdot \frac{b}{X} \qquad (4)$$

Für die um 20 % transparentere Maske der Heliochrom-Röhre (Index 1) gilt also im Vergleich zur A 66-500 X-Maske (Index 2)

$T_{M1} = 1{,}2 \cdot T_{M2}$

oder mit Gleichung (4)

$$\frac{b_1}{X_1} = 1{,}2 \cdot \frac{b_2}{X_2} \qquad (5)$$

Die *Landungsreserve* Δ ist definiert als Differenz zwischen Phosphorstreifenbreite D und Elektronenspotbreite S

$\Delta = D - S$ (siehe Bild 2) (6)

Die Elektronenspotbreite S auf dem Schirm ist direkt proportional zur Schlitzbreite b der Maske, und die Phosphorstreifenbreite D ist direkt proportional zum Schlitzabstand X ($X \approx 3 \cdot D$, $3 \cdot D$ = Breite des Phosphortripels). Exakt ergibt sich

$$\Delta = \frac{1{,}05 \cdot X}{3} \left(u - \frac{3 \cdot b}{X} \right) \qquad (7)$$

Dabei hängt der Faktor u von der Geometrie des Elektronenstrahl-Erzeugungssystems (Elektronenkanone) ab (die Kanonen der A 66-500 X und der neuen A 66-501 X sind identisch, $u \approx 0{,}9$).

Soll nun die neue Maske (1) und die A 66-500 X-Maske (2) an bestimmten Stellen zu gleichen Landungsreserven führen, so muß

$\Delta_1 = \Delta_2$

sein. Mit Formel (7) heißt das für den Schlitzabstand (X) und die Schlitzbreite b

$$b_1 = b_2 + \frac{u}{3} (X_1 - X_2) \qquad (8)$$

Gleichung (8) zeigt, daß bei gleichen Schlitzabständen X_1 und X_2 keine größere Schlitzbreite b_1 und damit keine größere Maskentransparenz erzielt werden kann, ohne die Bedingung „gleiche Landungsreserve" aufzugeben.

Aus den beiden Forderungen, 20 % mehr Transparenz ($T_{M1} = 1{,}2 \cdot T_{M2}$) und gleiche Landungsreserve ($\Delta_1 = \Delta_2$), erhält man also die beiden Bestimmungsgleichungen (5) und (8) für das Maskendesign, d. h. für die Schlitzbreite b und für den Schlitzabstand X. Hiernach wurde die Maske der neuen Röhre berechnet. Die Werte für Schlitzbreite b und Schlitzabstand X sind in *Bild 3* im Vergleich zur A 66-500 X dargestellt.

In der Röhrenmitte besitzt die neue Maske denselben Schlitzabstand (0,76 mm) wie die Maske der A 66-500 X, da dort, wie bereits erwähnt, keine Landungstoleranzprobleme auftreten. Im Gegensatz zur A 66-500 X, bei der der Schlitzabstand und damit die Breite der Phosphorstreifen über den gesamten Schirm konstant bleiben, nehmen diese bei der neuen Röhre zum Rand hin um ca. 35 % zu, um in den kritischen Randgebieten trotz 20 % größerer Transmission die gleiche oder eine teilweise sogar größere Landungsreserve im Vergleich zur A 66-500 X zu gewährleisten.

Dies ist aus den Bildern 4...6 zu erkennen, die die Spotlandung auf dem Streifenschirm jeweils am rechten Bildrand zeigen. Die Gradation (Transparenz Mitte zu Rand) der neuen Maske wurde gegenüber der A 66-500 X-Maske nicht geändert.

Die Zunahme von Schlitzabstand und Streifenbreite reduziert die Bildauflösung nicht, da der Schlitzabstand nach wie vor wesentlich kleiner als der Elektronenstrahldurchmesser ist.

Der Leuchtschirm

Der in Gleichung (1) definierte Faktor a wurde um 10 % erhöht. Dies erreichte man ausschließlich durch verbesserte Leuchtstoffe und eine verbesserte Beschirmungstechnologie. Die Anodenspannung wurde nicht verändert, und auch die Leuchtstoffe wurden nicht „geshiftet", d. h. es ergaben sich keine Änderungen der Farborte.

Bild 4. Landungsbild der A 66-500 X (rechter Bildrand)

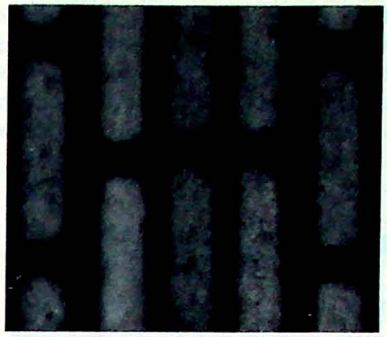


Bild 5. Landungsbild einer Röhre mit gegenüber der A 66-500 X um ca. 20 % gesteigerter Maskentransparenz, jedoch unverändertem Schlitzabstand (rechter Bildrand)

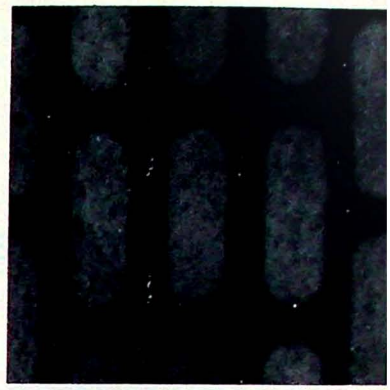


Bild 6. Landungsbild der Heliochrom-Röhre mit gegenüber der A 66-500 X um 20 % gesteigerter Maskentransparenz, vergrößertem Schlitzabstand und damit vergrößerter Streifenbreite (rechter Bildrand)

Die Glastransmission

Gegenüber der A 66-500 X wurde die Glastransmission bei der neuen Bildröhre um 31 % von 0,52 auf 0,68 erhöht. Infolgedessen zeigt die helle Röhre im ausgeschalteten Zustand eine deutlich hellere Körperfarbe. Trotzdem verringerte sich der Kontrast nicht, wie im folgenden erklärt wird.

Der Kontrast K ist der Leuchtdichte-Unterschied zwischen einem elektronisch angeregten Bildfeld und einem nicht angeregten Feld, bezogen auf die Leuchtdichte eines nicht angeregten Feldes.

$$K = \frac{(L + L_R) - L_R}{L_R} = \frac{L}{L_R} \qquad (9)$$

wobei L_R (gemessen in cd/cm²) die Leuchtdichte des reflektierten Umgebungslichtes und L die elektronisch angeregte Leuchtdichte ist.

Aus Bild 1 wird die Näherungsformel für L_R verständlich, wobei wieder Reflexionen vernachlässigt wurden

$$L_R = E_U \cdot T^2{}_g \cdot R_{ph} \cdot c \qquad (10)$$

Hierbei ist E_U die Beleuchtungsstärke auf dem Bildschirm (gemessen in lx), hervorgerufen durch die Raumbeleuchtung, R_{ph} der Reflexionsgrad an der Phosphorschicht und c eine photometrische Normierung. Für den Kontrast $K = L/L_R$ ergibt sich mit den Formeln (1) und (2) für die elektronisch angeregte Leuchtdichte L und mit der Formel (10) für die Leuchtdichte des reflektierten Umgebungslichtes L_R

$$K = \frac{T_g \cdot a \cdot T_M \cdot I_{st}}{F \cdot E_U \cdot T^2{}_g \cdot R_{ph} \cdot c} \qquad (11)$$

Im weiteren Vergleich Heliochrom-Röhre (1) mit der A 66-500 X-Röhre (2) sind die Größen Strahlstrom I_{st}, Bildfläche F, Normierung c und Umgebungslicht E_U Konstanten. Daher gilt

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{T_{M1}}{T_{M2}} \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{T_{g2}}{T_{g1}} \cdot \frac{R_{ph2}}{R_{ph1}} \qquad (12)$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{1{,}2}{1} \cdot \frac{1{,}1}{1} \cdot \frac{1}{1{,}31} \cdot \frac{1}{1} = 1$$

$$K_{Heliochrom} = K_{A\ 66\text{-}500\ X}$$

Das heißt, die Transmission des neuen Glases wurde um genau so viel erhöht (31 %), daß der Kontrast unverändert blieb.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß der Reflexionsgrad R_{ph} der Phosphorschicht nicht verändert wurde; R_{ph} liegt bei 0,8. Ein anderer Weg, die Glastransmission und damit die Helligkeit zu erhöhen, wird in der sog. Matrixtechnik durch Reduzierung des Reflexionsgrades erreicht. Hier werden zwischen die Farbstreifen (Reflexionsgrad 0,8) schwarze Streifen (Reflexionsgrad 0,05) gebracht. Die dazu notwendige Beschirmungstechnologie führt jedoch zu einer Einbuße des europäischen Standards der Weißqualität.

In der *Tabelle* sind die wesentlichen Parameter nochmals zusammengefaßt.

Die wesentlichen Parameter der A 66-500 X und A 66-501 X

	A 66-500 X	A 66-501 X	Helligkeitssteigerung
Glastransmission T_g	52 %	68 %	+31 %
Maskentransparenz T_M	16,2 %	19,5 %	+20 %
Leuchtschirmeffizienz a	100 %	110 %	+10 %

Mit diesen Werten ergibt sich nach Formel (1) die Helligkeit der Heliochrom-Rohre (Index 1) im Vergleich zur A 66-500 X (Index 2) bei gleichem Strahlstrom I_{st} zu

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{T_{g1}}{T_{g2}} \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{T_{M1}}{T_{M2}}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = 1{,}31 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}2$$

$$H_1 = 1{,}73 \cdot H_2$$

Die neue Heliochrom-Farbbildröhre ist also meßtechnisch gut 70 % heller als die A 66-500 X bei gleichem Kontrast, gleichen Einstellwegen, gleicher Farb- und Weißreinheit, gleicher Schärfe und gleichem Farbort.

Fertigungserfahrungen mit der Heliochrom-Farbbildröhre

Für die neue Maske und die hellere Glaswanne gibt es mittlerweile mehrere – darunter auch die deutschen – Hersteller. Die Fertigung der Schlitzmaske mit variablem Schlitzabstand ist aufgrund neuer Techniken der Masterherstellung für den Fotoätzprozeß seit ca. 1 1/2 Jahren möglich.

Das Verfahren zum Aufbringen der Phosphorstreifen – die Beschirmung – wurde entscheidend verändert, um trotz der größeren Maskenschlitze die notwendige Haftung zu erreichen. Außerdem wurde die Füllung und Berandung der Streifen verbessert, was in Verbindung mit einer Einengung der Konturspezifikation für Maske und Glaswanne eine deutliche Reduzierung der Toleranzen für die Streifenbreite ermöglichte.

Ein Anstieg der Fehlerquote infolge der durch das hellere Glas bedingten besseren Sichtbarkeit von Schirmfehlern war in der Anlaufphase zu verzeichnen. Derselbe Fehler, z. B. eine Glasblase, die beim 0,52-Glas nicht auffällt, stört beim 0,68-Glas. Aus diesem Grunde wurde die Spezifikation für Schirmfehler eingeengt, so daß der gleiche hohe Standard wie bei der A 66-500 X erreicht wurde. Die vorliegenden Erfahrungen mit der Heliochrom-Röhre sowohl bei der Herstellung – ca. 1/2 Mio. Röhren wurden bisher produziert – als auch beim Kunden zeigen die erwartete, gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis in den vorausberechneten Eigenschaften wie Helligkeit, Kontrast, Einstellwegen und Weißqualität.

Norbert Dillschneider

Die „grobstofflichen" thermischen, elektrochemischen und anderen Auswirkungen von Spannung, Strom, Magnetfeldern und deren Frequenzen sind zwar hinreichend bekannt, aber neuere Forschungsergebnisse lassen vermuten, daß bei der technischen Nutzanwendung dieser physikalischen Größen auch bisher wenig beachtete andere biologische Wirkungen eintreten können.

Einflüsse elektromagnetischer Größen auf den Menschen

Der folgende Beitrag – angeregt durch zwei Artikel in der FUNKSCHAU, „Beeinflussung von implantierten Herzschrittmachern durch Sensortechnik" (Heft 3/1977) und „Können leistungsstarke Rundfunksender Gesundheitsschäden hervorrufen?" (Heft 7/1977) – will nur einen orientierenden Überblick über ein faszinierendes Forschungsgebiet geben. Der Autor, Sicherheitsingenieur beim Saarländischen Rundfunk und Mitarbeiter einer privaten Forschungsgemeinschaft, stellte daher vieles vereinfacht dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Der Mensch – ein kybernetisches Regelsystem

Der Mensch ist nicht nur die Summe seiner Teile; er besteht nicht nur aus einer Vielzahl von Einzelorganen und Funktionen. Er stellt vielmehr, gesunde und ungestörte „Funktion" vorausgesetzt, ein perfektes biologisches Regelsystem im kybernetischen Sinne dar.

In der Sprache des Elektronikers oder Datenfachmannes könnte man sagen, daß Mikroprozessoren und Minicomputer durch zahlreiche hochspezialisierte Sensoren diesen kybernetischen Regelkreis steuern und in Ordnung halten. Geraten Regelgrößen aus dem biologisch vorgegebenen Bereich, kommt es zu Fehlentwicklungen und/oder Krankheiten.

Die Medizinelektronik kennt eine Menge gesicherter Daten über bioelektrische Vorgänge. Diese physikalischen Größen dürften auch für einen „Nur"-Elektroniker, der normalerweise in anderen Kategorien denkt und hier zunächst keine Zusammenhänge sieht, interessant sein.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den wissenschaftlichen Fachbereichen Medizin, Biologie und Technik hat bereits zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt, noch mehr fachübergreifende Forschungsarbeit ist im Gange.

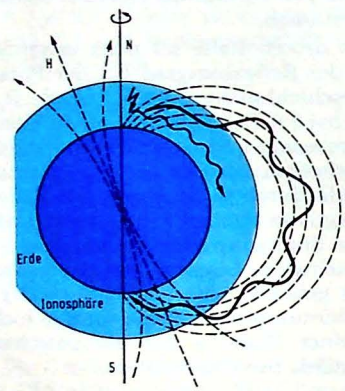


Bild 1. Entstehung und Ausbreitung von Atmospherics. Der Raum zwischen Erde und Ionosphäre stellt einen Hohlraumresonator für Frequenzen um 8 Hz dar; der Erdumfang entspricht dann etwa einer Wellenlänge

Was weiß man heute?

Aus der Vielzahl der veröffentlichten Meßergebnisse hier einige Daten und Fakten als Einstieg:

Im Bereich des Nerven- und Muskelsystems sind uns die Reizleitungen und Aktionsströme bekannt. Die auf eine Zahl von ca. $1{,}5 \cdot 10^{10}$ geschätzten Neuronen, mit ihren Synapsen und Dendriten – technisch gesehen Schaltelemente, die Befehle verknüpfen und weiterleiten – benötigen etwa 10^{-4} µW Energie pro Einzelneuron. Beim eigentlichen elektrochemischen Vorgang in den Zellen handelt es sich, vereinfacht dargestellt, um Ionenbewegungen an den Zellmembranen und dem Aufbau eines Aktionspotentials. Im Zellinnern befinden sich hauptsächlich Kaliumionen, außen vor allem Natriumionen. Befindet sich eine Zelle im Ruhezustand, so stellt sich ein Potentialunterschied von etwa 70 µV ein, dabei ist das Zellinnere negativ. Bei der gereizten Zelle ändert sich die Ionenkonzentration und somit auch der Potentialunterschied. Der Ionenaustausch läuft in einer Zeit von nur etwa einer Millisekunde ab [1, 2, 10].

Der Elektroniker und Datenfachmann versucht bereits das Wissen der Neurobiologie über Erkennungs- und Steuerungsmuster des Gehirns und über Abläufe im Nervensystem auf die technische Verwertbarkeit bei der Erstellung von Steuerungssystemen zu prüfen bzw. anzuwenden [3].

Mit Begriffen aus der physikalischen Wellenmechanik erklärt eine neue, von Marburger Molekularbiologen und Biophysikern erarbeitete Theorie, wie lebende Zellen miteinander zu kommunizieren vermögen. Inzwischen ist es gelungen, diese Biophotonen nachzuweisen [4].

Weiter ist das Auftreten von elektrischen Strömen und Spannungen am Herzen, am Gehirn oder an den Muskeln bekannt. Der Elektrokardiograph (EKG) zeichnet die abgeleiteten Spannungen (ca. 2 µV) auf. Das Elektroenzephalogramm (EEG) zeichnet die mit der Gehirntätigkeit verbundenen Spannungen von 5...50 µV auf, bei krampfartigen Zuständen treten Spannungen bis 250 µV auf. Besonders interessant sind die dabei auftretenden Frequenzen zwischen 0,3 Hz und 13 Hz, je nach Tätigkeit des Gehirns auch 14...30 Hz [1, 5]. *Bild 3* zeigt EEG-Kurven als Gegenüberstellung zu Schumann-Resonanzen und zu einer Feldstörung.

Weitere Daten liefert außer den Muskeln auch die Haut. Besonders bei letzterer hat die Medizin einen Zusammenhang zwischen physischem Wohlbefinden, bioelektrischem Hautwiderstand, der Kapazität der Haut sowie ihrer Polarität an verschiedenen Körperpartien gefunden [6].

Elektro-Neuraltherapeuten messen ein elektrisch-biologisches Gleichgewicht bei einem physiologischen Hautwiderstand von 30...50 kΩ und einer Kapazität von 800...1200 pF. Al

Norbert Dillschneider, geboren 1925. Lehre als Radio- und Fernsehtechniker, Meisterprüfung. Seit 1949 beim Saarländischen Rundfunk, dort Nf-Meßtechnik (Labor und Entwicklung), Aufsichtsingenieur Fernseh-Meßtechnik, Studiotechnik, Ausbildungsleiter. Nebenberuflich: 1956 bis 1960 Fachlehrer für Rundfunk- und Fernsehtechnik an der Landesberufsschule, seit 1962 Vorsitzender der Meisterprüfungskommission, seit 1968 vereidigter Sachverständiger der Handwerkskammer des Saarlandes

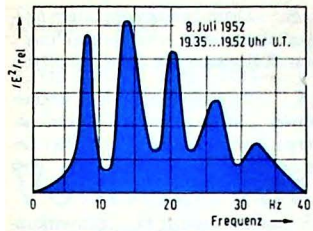


Bild 2. Je nach Leitfähigkeit und Struktur von Luftschicht und Ionosphäre treten stehende Wellen als Schumann-Resonanzen auf

weichungen hiervon führen zum Auffinden des Focus (Herd). Eine Fokalsanierung ist die Voraussetzung für den Erfolg der Nachfolgetherapie [6].

Der stets vorhandene Zusammenhang zwischen elektrischem Strom und magnetischem Feld trifft auch bei den Humanströmen zu. Durch hochempfindliche Meßinstrumente, sogen. Supraleitungsbrücken, im magnetisch abgeschirmten Raum gemessen, wurden Magnetfelder von $5 \cdot 10^{-7}$ Oe am Herzen registriert. Weitere magnetische Felder sind am Gehirn und im Unterleibsbereich gemessen worden.

Dazu ein Größenvergleich: Der Erdmagnetismus liegt als Gleichfeld bei ca. 1 Oe, als Wechselfeld bei ca. 10^{-5} Oe. Die unsere Umwelt „elektronisch verschmutzenden" Maschinen, Transformatoren etc. zeigen am gleichen Ort Störfelder von ca. 10^{-3} Oe [7].

Aus dem Aerospace Medical Institute der NASA in Pensacola wird über Versuche mit biologisch wirksamen Magnetfeldern und Frequenzen in einem mit 33 cm dicken Stahlwänden abgeschirmten Testraum berichtet. Die genauen Ergebnisse sind nur einem kleinen Kreis von Raumfahrtmedizinern bekannt und „Top secret", wie überhaupt auf militärischem Gebiet in Ost und West intensiv in dieser Richtung geforscht wird. Es wird mit Hypothesen gearbeitet, die vor Jahren noch in das Gebiet von Science Fiction und in die Phantasien eines Däniken verwiesen worden wären.

Es ist eine Korrelation zwischen den 27tägigen erdmagnetischen Perioden und der Häufung von Todesfällen festgestellt worden.

Unter Laborbedingungen ging die Sterblichkeit von Mäusen im biologisch wirksamen Magnetfeld um 30% zurück.

Bekannt ist, daß magnetische Felder, die im Rhythmus von 10 Hz pulsieren, bei einer Größe von 1–20 mA/m zu einer verstärkten Callusbildung nach einem Knochenbruch führen. Wesentlich größere, über 25 mA/m liegende Felder dagegen führen zu Störungen im Knochenwachstum bzw. des Heilungsprozesses [7, 8, 9].

Die Wirkung bestimmter, sehr niedriger Frequenzen ist besonders interessant. Professor König von der Technischen Universität München spricht in seinem Buch „Unsichtbare Umwelt" von einer biologischen Konstante von 10 Hz. Diese 10 Hz sind an vielen Stellen des humanbiologischen Systems nachweisbar [5].

In der Natur sind sie als „Atmospherics" im ELF-Bereich (Extremely Low Frequency, etwa 1 Hz...3 kHz) bekannt, hierzu gehören auch die Schumann-Resonanzen. Die Stärke ihres Auftretens bringen die Biometeorologen in Zusammenhang mit Wettersyndromen [5, 10, 11]. *Bild 1* zeigt die Entstehung und Ausbreitung von Atmospherics, *Bild 2* stellt typische Schumann-Resonanzen dar.

Ein anderer interessanter Ansatz sind Versuche mit elektrostatischen Gleichfeldern mit aufgesetzten Rechteckimpulsen von 10 Hz. Unter Einfluß dieser Felder stiegen bei Versuchen die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit von Schülern deutlich an.

Die Reduzierung der Versäumnisquote der Schüler bestätigt die biochemisch-medizinische Untersuchung

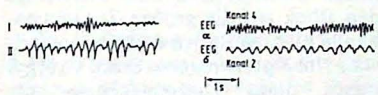


Bild 3. Vergleich natürlich-physikalischer Felder mit EEG; oben Schumann-Resonanzen bei Schönwetterlage und EEG eines ruhigen, ausgeglichenen Menschen, unten lokale Feldstörung von etwa 3 bis 6 Hz, daneben EEG bei Annomalien

über die Verbesserung der immunbiologischen Abwehrkräfte des Organismus durch luftelektrische Felder [12, 13].

Im Kraftfahrzeug-Simulator wurde eine bessere Reaktionszeit, weniger Fahrfehler und später einsetzende Ermüdung des Autofahrers, besonders für labil eingestufte Personen, festgestellt [14].

In einer physikalisch-medizinischen Zeitschrift berichten Dr. W. Ludwig und seine Mitarbeiter aus den Fachbereichen Medizin und Elektronik über einen Feldversuch (Doppelblindtest). Taschengeräte, die magnetische Wechselfelder zwischen 4 Hz und 12 Hz (einstellbar) und Spitzenfeldstärken zwischen 30...300 mA/m aussendeten, hatten je nach Indikation zwischen 73...94% Therapieerfolge; Meßgröße war die Einsparung von Medikamenten [15].

Der Verfasser sah eine russische „Schlafmaschine", ein Impulsgenerator, der angeblich bei der Schulung von Kosmonauten verwendet worden sein soll und dessen Impulswahlschalter auf ganz bestimmte, bis hinter die erste Kommastelle exakte Frequenzangaben, in diesem biologisch interessanten Bereich, geeicht war. Nur ein Teil dieser Frequenzen war für die normale medizinische Indikation zugelassen, die anderen Frequenzen waren „Top secret".

Ein chinesisches Therapiegerät gibt pulsierende Ströme unterschiedlicher Intensität und Frequenzen ab, um diese über Akupunkturnadeln an den kritischen Meridianpunkten einwirken zu lassen. Der Frequenzbereich der Impulspakete reicht von 2 Hz bis 50 Hz, wobei die Impulspakete zwischen 0,25 Hz und 0,5 Hz zusätzlich frequenzmoduliert und in der Kurvenform geändert werden können.

Es wird berichtet, daß Versuche mit Magnetfeldern der Frequenz 7,8 Hz, 10,8 Hz und 11,4 Hz Störungen an den EEG-Kurven hervorriefen. Nach diesen Aufzählungen ist eine Untersuchung in Philadelphia, Pensylvenia, USA, von E.E. Eckert: „Über den plötzlichen und unerwarteten Tod im Kleinkindalter im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern" auch nicht mehr so fragwürdig, wie dies zunächst dem Nichtfachmann vorkommen mag. Faßt man die dort gemachten Beobachtungen zusammen, dann kann folgende Hypothese aufgestellt werden:

Der längere Einfluß bestimmter magnetischer oder elektrischer Felder für den dafür empfindlichen oder durch diese Felder empfindlich gemachten Säugling ruft irreversible und gefährliche Veränderungen in den Regulierungssystemen hervor. Es wurde mit hoher statistischer Relevanz der besondere Einfluß elektrischer Anfahrströme bzw. sich daraus ergebender magnetischer Störfelder nachgewiesen [16].

Schwächste Felder genügen

Wenn diese objektiv meßbaren und jederzeit reproduzierbaren physikalischen Größen in das kybernetische Regelsystem störend einwirken können – nach dem Artikel über Herzschrittmacher, Funkschau 3/77, genügen bereits 25 µA [17] – dann zeigt dies, daß wir unsere Vorstellungen über Einwirkmöglichkeiten von elektromagnetischen Größen auf das Biosystem Mensch ergänzen und in Zukunft auch an erweiterte Schutzmaßnahmen denken müssen. (FUNKSCHAU 1977, Heft 7: „Können leistungsstarke Rundfunksender Gesundheitsschäden hervorrufen?")

Die Möglichkeit hochempfindlicher moderner Meßtechnik dürften zu wei-

teren aufschlußreichen Ergebnissen und Zusammenhängen führen.

Der Elektroniker, für den diese Gedankengänge bisher Neuland waren, wird sich mit Recht fragen, wie homöopathische Größen von µV, µA und magnetische Felder von 10^{-9} Oe wirken sollen, wenn gleichzeitig unsere „elektrotechnische Umwelt" Störfelder von einigen Zehnerpotenzen mehr erzeugt.

Es wird vermutet, daß sich der Organismus, um bei der Sprache des Elektronikers zu bleiben, genau wie ein Resonanzkreis, die bioelektrisch-wirksamen Anteile herausfiltert, wobei es zu Aufschaukelungen und bei genügend langer Einwirkdauer auch zu biomedizinischen Reaktionen kommt, wobei in vielen Fällen offensichtlich das in der Medizin bekannte Arndt-Schulz'sche Gesetz wirkt. Dieses biologische Grundgesetz besagt, daß kleine Reize fördern, große hemmen, größte lähmen.

Die Reaktion selbst zeigt sich in einer Zunahme der energetischen Verhältnisse an der Zellmembranoberfläche, einer Erhöhung der Aktivierungsenergie bei katalytischen Vorgängen, in erhöhtem Stoffffluß durch die Zellmembran, mehr Enzymproduktion usw., während andererseits bei pathologischen Veränderungen eine Verschiebung des Elektrolytgleichgewichts und Änderungen der Zellgrenzflächenstrukturen zu finden ist, sowie ein Abbau des Zellmembranpotentials (normal ca. 70 mV). Im biophysikalischen NASA-Labor sieht man im Absinken des Membranpotentials unter 10 mV und Dauerdepolarisation einen Zusammenhang mit der Wucherung von Tumorzellen [18, 19].

Sollten sich diese und ähnliche Denkrichtungen bestätigen, könnten die heute noch weitgehend ungeklärten Phänomene wie Wünschelrute, Krebsstreifen in der Natur oder Erscheinungen aus dem Bereich der Parapsychologie eines Tages plausible „physikalische" Erklärungen finden, ebenso wie uralte medizinische Volksweisheiten, wie z. B. die chinesische Medizinphilosophie mit ihrer Akupunkturlehre, durch die Therapieerfolge moderner Ganzheitsmediziner bestätigt werden. *Bild 4* zeigt, daß es bereits heute nicht an Therapieversuchen mit magnetischen Feldern mangelt.

Einstein sagte einmal, als er nach der Möglichkeit gefragt wurde, alles wissenschaftlich zu erklären:

„Wenn Sie die 5. Symphonie von Beethoven in mathematischen Gleichungen ausdrücken wollen als Kurven des Luftdruckes auf dem Trommelfell, so ist

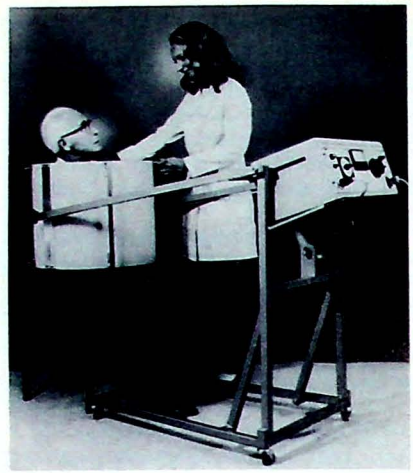


Bild 4. Bereits heute arbeiten manche Ärzte versuchsweise mit Geräten zur künstlichen Erzeugung geeigneter Felder; die Erfolge sind allerdings umstritten

das möglich. Aber es ist nicht mehr die 5. Symphonie von Beethoven."

Vielleicht wollte er damit sagen, daß man bei der streng wissenschaftlichen, oft monokausalen Denkweise der westlichen Schulen trotz aller Teilerfolge den Blick auf die großen Zusammenhänge nicht verlieren darf. Der ungarische Nobelpreisträger A. Szent-Györgyi nennt diese Zusammenhänge die „Bioenergie" und das „Fließgleichgewicht" in den Lebensprozessen von Mensch und Natur.

Literatur

[1] Beilage der EZ: „Kennwerte des Menschen" (11.5.1973).

[2] *Zimmermann, H.*: „Die chemische Sprache der Nervenzellen". Bild der Wissenschaft Heft 7/1976, S. 46...53.

[3] 9. Dahlem-Konferenz in Berlin über Aufbau und Funktion von Nervensystemen.

[4] *Popp, Fr. A.*: „Die interzelluläre Kommunikation". Selecta 31, 4.8.1975.

[5] *König, H. L.*: „Unsichtbare Umwelt". H. Moos-Verlag, 8032 Gräfelfing, 1975.

[6] *Schwarz, R.*: „Heilmethoden der Außenseiter". rororo-Sachbuch Nr. 7061.

[7] *Fahlenbrach, H. u. M.*: „Fortschritte in der Medizin". Beilage EZ, Medizinelektronik (9.7.1971).

[8] *Altmann G. u. Warnke, U.*: „Zur Grundlagenforschung der energetischen Medizin". Vortrag, Ärztetagung i. Saarbrükken am 26.3.1977.

[9] *Warnke, U.*: „Die natürliche Elektrizität des Organismus im Einfluß exogener elektrischer Faktoren". Vortrag, Seminar über biolog. Wirkungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder, Techn. Akademie Esslingen 17. und 18.5.1976.

[10] *Reiter, R.*: „Grundgedanken zum Problem Luftelektrizität und Raumklima". Klima- u. Kälteingenieur Heft 3/1974.

[11] *Lang, S.*: „Physiologische Einwirkmechanismen atmosphärisch-elektromagnetischer Schwingungen auf den Organismus". Der praktische Arzt, Heft 9/Mai 1974.

[12] *Lang, S. und Lehrmair, M.*: „Einwirkungen eines luftelektrischen Gleichfeldes mit aufgesetzten 10 Hz Rechteckimpulsen auf die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit von Schülern". Universität des Saarlandes, Fachbereich 16, Biologie.

[13] *Lang, S.*: „Bioklima durch Elektroklimatisierung?" Deutsches Architektenblatt Nr. 20/1974.

[14] *Anselm, D., Danner M., Kirmaier, N., König, H.-L., Müller-Limmroth, W., Reis, A.*: u. a.: Untersuchungen des Einflusses von luftelektrischen Impulsfeldern auf das Fahr- und Reaktionsverhalten von Probanden im Kraftfahrzeug-Fahrsimulator". Sonderdruck Institut für Biomedizinische Technik, München, Museumsinsel 1.

[15] *Ehrmann, W., Leitner, H. v., Ludwig, W., Persinger, M.A., Sodtke, W. und Thomas, R.*: „Therapie mit ELF-Magnetfeldern". Zeitschrift für physikalische Medizin, Heft 4/Mai 1976.

[16] *Eckert, E.E.*: „Plötzlicher und unerwarteter Tod im Kleinkindesalter und elektromagnetische Felder". Medizinische Klinik 71/1976, S. 1500...1505.

[17] *Bisping, H.-J. u. Irnich, W.*: „Beeinflussung von implantierten Herzschrittmachern durch Fernseh- und Rundfunkgeräte". Deutsche Medizin. Wochenschrift, Heft 17/1976, S. 668...672.

[18] *Evertz, U. und König, H. L.*: „Pulsierende magnetische Felder in ihrer Bedeutung für die Medizin". Hippokrates, Sonderdruck aus Heft 1, S. 16...37, 2/77.

[19] *Evertz, U.*: „Die Krankheit aus bioenergetischer Sicht". Sonderdruck aus Erfahrungsheilkunde, Bd. 26, Heft 4/1977.

[20] Valvobrief, Dez. 1971: „Biologische Wirkungen von Mikrowellen". Valvo GmbH, Hamburg.

[21] *Braun, E.*: Hochfrequenzanwendung in der Medizin". Vortrag, Seminar über biolog. Wirkungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder Techn. Akademie Esslingen, 17. und 18.5.1976.

[22] *Hauf, R.*: „Der Einfluß elektrischer und magnetischer Wechselfelder von 50 Hz auf den Menschen". Aus der Forschungsstelle für Elektropathologie Freiburg i. Br., 15.3.1976.

[23] *Furtwängler, W.*: „Die Behandlung im Institut Zeileis". Physikal. Grundlagen. Druckerei und Zeitungshaus J. Wimmer Linz.

Dipl.-Ing.
Dietrich Buder

Im vorliegenden zweiten Teil des Beitrags beschreibt der Autor die Bedienung des Vocoders anhand des Blockschaltbildes.

Vocoder für Sprachverfremdung und Klangeffekte

2. Teil

Klangeffekte

Mit dem Sennheiser-Soundeffect-Vocoder wurde bereits eine Reihe von sehr wirkungsvollen Effekten erprobt, und es ist zu erwarten, daß kreative Künstler und Techniker noch weitere Varianten entdecken. Die wichtigsten bereits erprobten Effekte sind:

a) Sprache oder Gesang von extrem tiefen bis zu sehr hohen Stimmlagen aus gesprochenem Text, zusätzlich mit ungewöhnlichem Vibrato oder verfremdeter Sprachmelodie.

b) Heisere Flüstersprache aus Gesang oder normaler Sprache.

c) Sprechende monophone oder polyphone Musikinstrumente.

d) Ersatz einer menschlichen Stimme durch eine andere.

e) Mehrstimmiger polyphoner Gesang aus gesprochenem Text von einer einzigen Stimme.

f) Formantverschiebungen (Donald-Duck-Effekte) in Echtzeit.

g) Stimmen mit unharmonischen Oberwellen-Spektren.

h) Artikulation natürlicher Geräusche wie sprechender Wind, schimpfender Motor, mahnende Glocken, Artikulation einer tosenden Fußball-Zuschauermenge.

i) Quelle von sprachabhängigen Steuersignalen für externe Geräte wie Synthesizer, Lichtorgel o. ä.

k) Verwendung des Vocoders als Multifilter zur Einstellung eines weitgehend frei wählbaren Frequenzganges.

l) Bisher nicht produzierte Instrumental-Effekte wie getrommelte Orgel oder ähnliches (Multimodulation).

Die Entstehung der angeführten Effekte ist bei Kenntnis des Vocoder-Prinzips nun leicht zu durchschauen. In den Beispielen 8 a bis h handelt es sich um die typische Sprachverfremdung. Es erfolgt eine Einspeisung des eigentlichen Sprachsignals in den Mikrofon- oder Sprachsignal-Eingang des Vocoders. Das Stimmsignal jedoch liefert die sogenannte Ersatzquelle, z. B. ein Synthesizer bei den Beispielen 8 a, b und g, ein Synthesizer in Verbindung mit einem Frequenz-Shifter bei e und f, ein Bandgerät bei h oder ein zweites Mikrofon bei c und d.

Nur im Beispiel l ohne Sprachanteile kommt das Signal des einen Instruments an den Spracheingang, das des anderen, z. B. die Orgel, an den Ersatzsignal-Eingang.

Bei dem Beispiel k arbeitet der eigentliche Vocoder nicht mit, das Eingangssignal gelangt von der Filterbank der Analyse direkt an den Ausgang des Vocoders; bei i wird nur der Analyseteil des Vocoders verwendet.

Bei der Erzeugung aller Sprachverfremdungs-Effekte ist eine Besonderheit des Vocoders zu beachten: Die Ersatzsignale für stimmhafte und stimm-

Mit 1,368 km/h den Tonkopf entlang

Mehr als 30 Fachleute aus der Industrie und Spezialisten der Fachpresse waren Mitte Februar der Einladung von Valvo zum Lautsprecher-Symposium gefolgt. Hierbei wurde versucht, dem Ziel näherzukommen, bessere Lautsprecherboxen einem kritischen Publikum anzubieten.

Nach einer Bestandsaufnahme des erreichten Leistungsstandes folgten Ausblicke auf technologische Weiterentwicklungen wie piezokeramische Hochtöner, magnetische Flüssigkeiten und Computerberechnung. Doch solches erlebt man hin und wieder auch an anderen Orten.

Nicht erlebt man aber, daß hierfür ein individuelles Tonband von Tonmeisterhand zusammengestellt wurde – speziell zum subjektiven Hörvergleichstest von Lautsprecherboxen. Eine eigens komponierte Musik wurde von verschiedenen Interpreten, Orchestern und Instrumentalgruppen in fast allen Stilarten dargeboten.

Das Testband war ohne Equalizer, Hochton- und Dynamikkompressoren, Limiter und dergleichen hergestellt worden. Teilweise – wenn möglich (z. B. bei der Orgel) – wurden die Aufnahmen gleich auf zwei Spuren aufgenommen (damit entfiel späteres Abmischen), andere wurden in 16-Spur-Technik produziert und danach auf zwei Kanäle abgemischt. Sorgfältig wurde jedes überflüssige Kopierstadium ausgeschaltet.

Und das Ergebnis? Bei „normalen" Platten ist der Klang kaum absolut zu beurteilen, weil hier häufig von der elektronischen Klangbeeinflussung Gebrauch gemacht wird. Hinzu kommt noch, daß auch der Abtaster und die Einheit Abtaster/Verstärker ein Wörtchen mitzureden haben.

Hier wurde nun ein Band vorgestellt, das zeigt, daß der Qualitätslevel des Tonbandes – wenn, bei theoretischer Betrachtung, auch vielleicht etwas niedriger als bei der Schallplatte – sehr hoch liegt und daß sich die Waagschale, wenn man die Abtastung (bei der Platte Knistern, Knacken u. a., beim Band höchstens Dropouts) mit einbezieht, zugunsten des Tonbandes neigt. Ganz besonders, wenn mit Bandgeschwindigkeiten von 38 cm/s (das entspricht 1,368 km/h) gearbeitet wird.

Bei Testversuchen waren Verstärker und Lautsprecher „am Ende", das Band noch nicht. Man wird bestimmt (und hoffentlich) auf Ausstellungen dieses Band häufig hören.

Bernhard Krieg

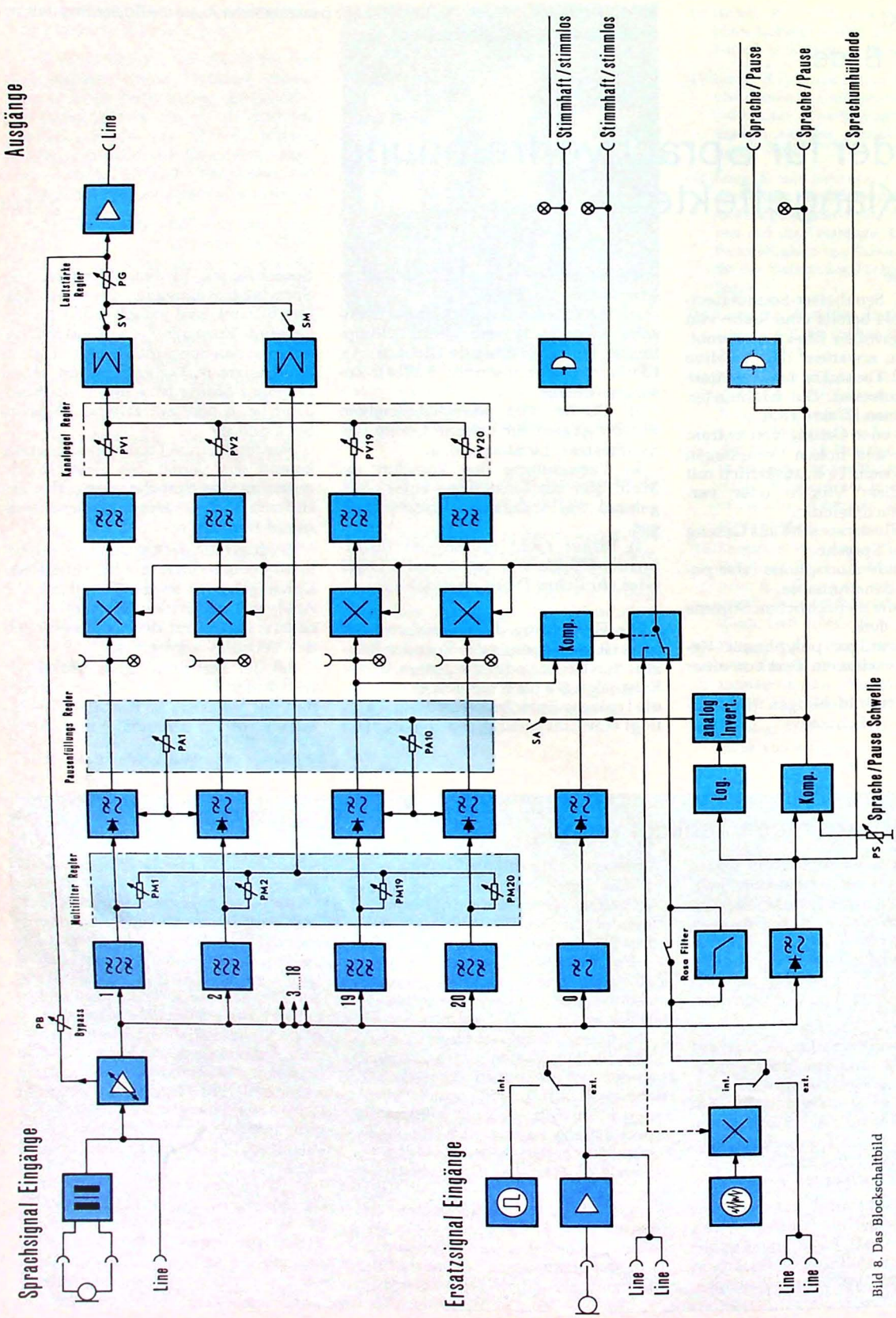


Bild 8. Das Blockschaltbild

lose Laute müssen breitbandig sein, also Frequenzanteile über den ganzen Sprachbereich enthalten. Wenn diese Forderung nicht erfüllt ist, fehlen bestimmte Frequenzbereiche in der synthetischen Sprache und das Ergebnis entspricht nicht den Wünschen des Benutzers. Um es drastisch zu formulieren: Ein einzelner Sinus-Ton ist als Stimmsignal völlig ungeeignet.

Das Ersatzsignal für stimmlose Laute, normalerweise ein Rauschspektrum, sollte hinsichtlich Lautstärke und Frequenzgang dem Ersatzsignal für stimmhafte Laute näherungsweise entsprechen. Für den Fall, daß kein geeignetes externes Rauschsignal zur Verfügung steht, kann der interne Rauschgenerator eine dem stimmhaften Ersatzsignal angepaßte Rauschspannung liefern.

Bedienung des Vocoders VSM 201

Die Bedienung des Vocoders VSM 201 läßt sich am leichtesten an Hand des vereinfachten Blockschaltbildes erläutern (*Bild 8*). Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, sind hier verschiedene Schalter, Regler und LED (Leuchtdioden) nicht eingezeichnet.

Regelverstärker

Die zu verfremdende Sprache gelangt vom Mikrofon oder über einen + 6-dB-Line-Eingang zunächst an einen Regelverstärker, der einen normierten Sprachpegel liefert. Infolgedessen braucht sich der Sprecher nicht darauf zu konzentrieren, immer mit gleicher Lautstärke zu sprechen oder zu singen.

Zur optischen Überwachung des Sprachpegels dienen außerdem eine LED-Zeile und eine weitere LED, die das Herabregeln des Regelverstärkers anzeigt. Das Einregeln eines normierten Sprachpegels ist erforderlich, um die maximale Wiedergabedynamik des Vocoders von mehr als 60 dB zu erzielen. Für eventuelle Sonderfälle läßt sich der Regelteil des Regelverstärkers abschalten; es leuchtet dann eine rote LED zur Warnung.

Spektralkanäle

Die 20 Spektral-Kanäle sind in herkömmlicher Weise aufgebaut und angeordnet: Bandfilter, Gleichrichter, Tiefpaß, Modulator, Bandfilter und Summierer. Hinter den Ausgängen der syntheseseitigen Bandfilter liegen die 20 Kanalpegelsteller PV 1 bis PV 20 für die Frequenzgang-Korrektur der Vocoder-Sprache. Eine individuelle Einstellung ist immer dann notwendig, wenn das Einsatzsignal stark überbetonte Anteile im Frequenzgang hat und dadurch bestimmte Bereiche des synthetischen Sprachsignals im Pegel nicht stimmen. Ebenso dienen die Einsteller aber auch zur Korrektur des Frequenzgangs der Eingangssprache.

Beim Einstellen ist es oft wünschenswert, zwischen der Korrektur-Einstellung und der Grund- bzw. Normal-Stellung der Regler vergleichen zu können. Dieses ermöglicht ein spezieller Umschalter; zwei LED zeigen die jeweilige Schalterstellung an.

Dieser Umschalter hat zusätzlich eine Mittelstellung zum völligen Abschalten der Vocoder-Synthese. Diese Schaltmöglichkeit ist im Blockschaltbild dargestellt als Schalter SV zwischen dem Summierer und dem Endverstärker.

Sprach-Addition oder Multifilter

An den Ausgängen der Analyse-Filter liegen die 20 Multifiltersteller PM 1 bis PM 20 für eine frequenzabhängige Zumischung der direkten Sprache zu der synthetischen Sprache. Sofern der Schalter SV des Syntheseteils geöffnet und der Schalter SM der Sprachzumischung geschlossen ist, arbeitet das Gerät als Multifilter. Auch hier ist ein Umschalter vorhanden, der einen Vergleich zwischen dem korrigierten Frequenzgang und dem normalen Frequenzgang ermöglicht. Zwei LED signalisieren die jeweils eingeschaltete Sprachzumischung. Die Mittelstellung dieses Umschalters ist die „Aus"-Stellung des dargestellten Schalters SM.

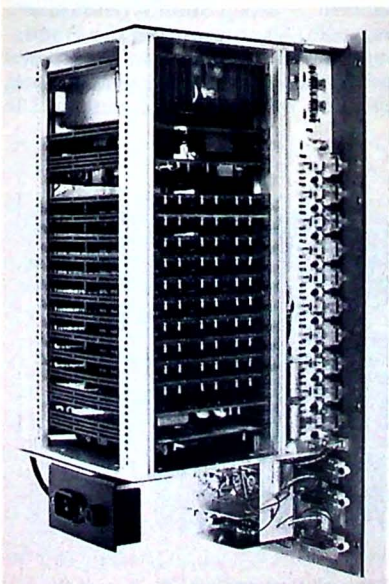
Kanal-Kennwerte

Allen 20 Kanal-Kennwerten ist je eine LED zugeordnet. Diese beginnt schwach zu leuchten, wenn der betreffende Kanal einen Pegel überschreitet, der etwa 20 dB unter der Vollaussteuerung des betreffenden Kanals liegt. Die Spannungen der Kanal-Kennwerte sind außerdem an Ausgangs-Buchsen geführt, um sie für beliebige Zwecke zur Verfügung zu haben, z. B. zur Steuerung eines Synthesizers oder einer Lichtorgel.

Stimmart-Analyse

Die bereits beschriebene Stimmart-Analyse-Schaltung enthält den zusätzlichen Spektralkanal 0 (Null) für den Bereich bis etwa 1 kHz. Ein Komparator vergleicht die Kennwerte der Kanäle 0 und 19, und sein Ausgang steuert den Stimmsignal-Umschalter.

Das jeweilige Ergebnis der Stimmart-Analyse zeigen zwei LED an, ebenso sind zwei Ausgangsbuchsen für beide Schaltzustände vorhanden.



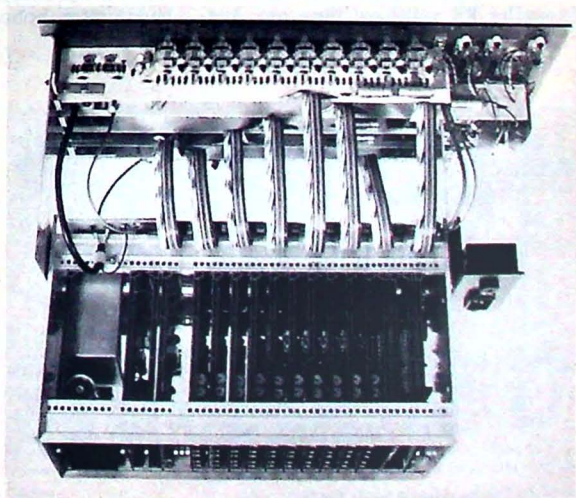


Bild 9. Der Baugruppenträger in Normalstellung und aufgeklappt

Durch einen speziellen Umschalter läßt sich der Stimmsignal-Umschalter in beiden Stellungen blockieren.

Stimmsignale

Üblicherweise arbeitet ein Klang Effekt-Vocoder immer mit einem externen Ersatzsignal für die stimmhaften Laute. Der interne Impulsgenerator mit fester Folgefrequenz ist nur für Testzwecke gedacht.

Der interne Rauschgenerator dagegen eignet sich gut zur Erzeugung des stimmlosen Ersatzsignals. Seine Ausgangsspannung gelangt zu einem Modulator (VCA), der den Pegel des Rauschens automatisch der Spannung des stimmhaften Ersatzsignals anpaßt. Das Spektrum des Rauschens läßt sich außerdem durch ein zuschaltbares „Rosa-Filter" verändern und damit auch im Frequenzgang dem stimmhaften Ersatzsignal angleichen. Selbstverständlich kann auch ein externes Signal für die Erzeugung der stimmlosen Laute eingespeist werden. Zur Pegelkontrolle der Ersatzsignale sind zwei LED-Zeilen vorgesehen.

Sprache-/Pause-Detektor und Sprach-Umhüllende

Für die verschiedenen Steuer- und Schaltzwecke dienen der Lautstärke-Kennwert, auch Sprach-Umhüllende genannt, und das Sprache-/Pause-Signal des Sprache-/Pause-Detektors. Im Blockschaltbild sind die dafür erforderlichen Funktionseinheiten eingezeichnet. Das Sprachsignal läuft über einen Gleichrichter mit Tiefpaß. Die Tiefpaß-Ausgangsspannung ist der Lautstärke-Kennwert.

Der Lautstärke-Kennwert gelangt außerdem an einen Komparator, der das Sprache-/Pause-Signal in beiden Schaltzuständen liefert. Die gewünschte Schaltschwelle ist durch den Einsteller PS wählbar. Eine am Ausgang angeschlossene LED zeigt die jeweilige Stellung des Sprache-/Pause-Detektors an.

Pausen-Auffüllung

Die menschliche Sprache besteht häufig aus relativ kurzen Silben und ziemlich langen Pausen zwischen den Silben und Worten. Für eine Artikulation von natürlichen Geräuschen (Effekt h) genügt es nicht, nur das betreffende Geräuschsignal an den Ersatzsignal-Eingang anzuschalten. Dabei entsteht lediglich eine eigenartig klingende Sprache, nicht jedoch der beabsichtigte dramaturgische Effekt, weil das Ersatzsignal aufgrund der relativ häufigen Silbenpausen kaum erkennbar ist.

Im Vocoder VSM 201 ist deshalb eine Pausen-Auffüllung (silence bridging) vorhanden, die das Ersatzsignal in den Pausen zwischen den Silben und Worten hörbar macht. Dabei läuft das Ersatzsignal während der Pausen auch über den Syntheseteil des Vocoders. Somit sind die synthetische Sprache und das Pausenfüllsignal hinsichtlich Frequenzgang und Phasengang optimal angenähert.

Eine direkte Wiedergabe des Ersatzsignals in den Silbenpausen ergibt meist nicht den gewünschten Effekt, sondern es klingt so, als ob eine eigenartige Stimme vor einem bestimmten Hintergrundgeräusch spricht.

Das Blockschaltbild zeigt die gewählte Schaltung mit einem Logarithmierer und Inverter. Das Pausen-Auffüllen geschieht durch Addition eines Auffüll-Kennwerts zu den Kanal-Kennwerten. Zur individuellen Frequenzgang-Korrektur dienen die Einsteller PA 1 bis PA 10, wobei ein Potentiometer jeweils zwei benachbarte Kanäle beeinflußt.

Wenn der Lautstärke-Kennwert einen bestimmten, hohen Pegel überschreitet, erreicht der Auffüll-Kennwert die Spannung Null und bleibt dort auch bei Erhöhen der Eingangsspannung stehen.

Andererseits stellt sich der Auffüll-Kennwert auf den eingestellten maximalen Pegel ein, wenn der Sprache/Pause-Detektor auf „Pause" schaltet. Diese Verknüpfung ist im Blockschaltbild eingezeichnet. Die richtige Einstellung aller Steller und eine geschickte Wahl der externen Signalspannungen erfordern eine gewisse Sorgfalt und bereiten etwas mehr Mühe als die Bedienung der anderen Vocoder-Funktionen. Eine genauere Kenntnis über das Zusammenspiel der einzelnen Funktionsblöcke ist hier nützlich.

Ausgang und Bypaß

Der Vocoder hat einen Ausgangs-Lautstärkesteller PG und zwei Ausgangsbuchsen, eine mit einem Pegel von +6 dB und eine mit −20 dB. Schließlich ist mit dem Einsteller PB auch noch ein abschaltbarer Bypaß vorhanden, der für Kontrollzwecke eine direkte Verbindung zwischen Spracheingang und Endverstärker ermöglicht.

Konstruktion

Sennheiser stellt mit dem Sound-Effect-Vocoder VSM 201 einen vielseitig einsetzbaren Zusatzbaustein vor, der für Tonstudios, Film- und Fernseh-Produktionen, avantgardistische Musikgruppen und experimentierfreudige Alleinunterhalter vorgesehen ist. Als Quelle für die Ersatzsignale eignen sich elektronische Instrumente und Synthesizer aller Fabrikate.

Das Äußere des Vocoders ist den bekannten Moog-Studio-Synthesizern angepaßt. So entsprechen die Abmessungen von Gehäuse und Frontplatte den Maßen eines Moog-Bausteins, und auch das Design ist sehr ähnlich. Die

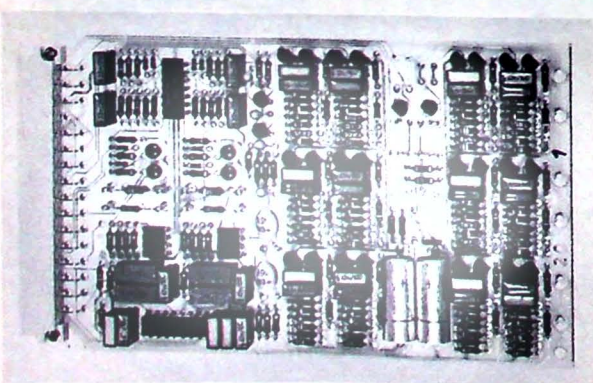


Bild 10. Die Kanalkarte (zwei Kanäle)

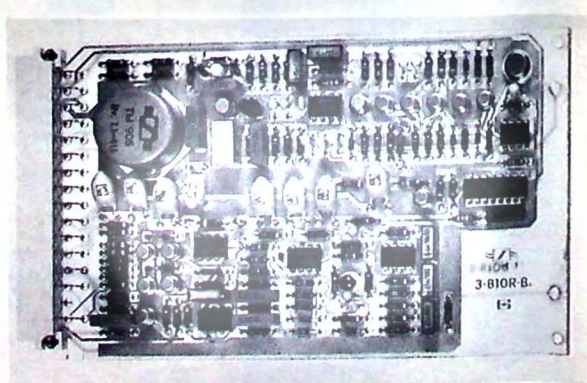


Bild 11. Der Eingangsverstärker mit Stimmart-Detektor

Frontplatte paßt mit ihren Befestigungslöchern in die Nußbaum-Gehäuse der Moog-Studiobausteine. Das mit Kunstleder bezogene Gehäuse ist für einen Bühneneinsatz geeignet, es hat einen Tragegriff und vorgezogene Kanten zum Schutz der Bedienungselemente. Ein spezieller Holzkoffer mit Schaumstoffpolsterung für den Transport gehört zum Lieferumfang.

Die Konstruktion ist sehr servicefreundlich. Der eigentliche Vocoder befindet sich in einem Baugruppenträger auf Steckkarten im Europaformat 160 mm x 100 mm. Die Einsteller mit den zugehörenden Bauelementen sind auf speziellen Karten hinter der Frontplatte servicefreundlich angebracht.

Die Bedienungselemente sind auf der Frontplatte nach logischen Gesichtspunkten angeordnet. Die beiden Signaleingänge mit den zugehörigen Schaltern und Anzeigeleuchten befinden sich auf den zwei senkrechten Feldern links auf der Frontplatte. Die Bedienungselemente für die Verarbeitung und die Ausgänge sind auf den großen, waagerechten Feldern an der rechten Seite untergebracht. Die ausführliche Beschriftung gestattet den Betrieb des Vocoders auch ohne Benutzung eines Handbuches. Lediglich die richtige Einstellung der Pausenauffüllung setzt die Kenntnis der Bescheibung voraus. *Bilder 9* bis *11* zeigen die gewählte mechanische Konstruktion.

Ein Tonabnehmer mit neuen Ideen

Sieht man einmal davon ab, daß eine Schallplatte an sich schon ein Wunderwerk ist und eigentlich gar nicht so gut funktionieren dürfte, wie sie es tut, so ist doch zu sagen, daß man bei einer Platte als Randproblem der hohen Wiedergabequalität mit einer Menge anderer Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Da ist zuerst einmal das hochisolierende Plattenmaterial, das allezeit bereit ist, sich statisch aufzuladen. Schon beim Herausziehen der Platte aus der Hülle steht häufig eine Spannung von 10 000 V an, und 30 000 V sind unschwer zu erzeugen. Daß hier schnell Störungen auftreten können, wenn man an die hohe Empfindlichkeit des Verstärkereingangs – ca. 2 mV – denkt, ist einzusehen – und durch Knistern auch häufig zu hören.

Mit der statischen Aufladung verknüpft ist, daß dadurch der Staub magisch angezogen wird. Dieser äußert sich ebenfalls in Störgeräuschen. Daneben wird das Tonabnehmersystem durch das elektrostatische Feld aber auch angezogen bzw. abgestoßen. Die Folge ist eine unkorrekte, häufig auch wechselnde Auflagekraft.

In steigendem Maße – verstärkt vermutlich durch die verringerte Dicke der Platte – treten im Frequenzbereich zwischen 0,5 Hz und 8 Hz Welligkeiten auf. Diese Welligkeiten haben einen sich ändernden vertikalen Spurwinkel zur Folge und können zu Erscheinungen wie Tonhöhenschwankungen und Springen des Abtasters aus der Rille führen. Auch ist hierdurch eine Überlastung des Verstärkers und der Lautsprecher denkbar. Fällt die Tonarmresonanz unglücklicherweise in den gleichen Frequenzbereich, dann werden diese negativen Effekte dramatisch verschlimmert.

Bei dem von Shure kürzlich vorgestellten Tonabnehmersystem V 15 IV hat sich der Hersteller zur Behebung dieser Störgrößen etwas einfallen lassen *(Bild 1)*.

Zur Verringerung des elektrostatischen Effektes positionierte man ein Bündel mit über 10000 elektrisch leitenden Borsten vor der Nadel des Abtasters. Diese führen die Spannung über das leitende Tonabnehmergehäuse während des Spielens nach Masse ab. Daneben reinigen die Borsten auch kontinuierlich die Platte, so daß sich keine unerwünschte Schmutzwolke an der Abtastnadel ansammelt. Die Borsten sind so dünn, daß sie bis auf den Grund der Rille reichen.

Das Bürstchen ist auch hochklappbar und kann damit außer Funktion gebracht werden. Neben der Reinigung und Entladung der Platte dient es zusammen mit der Lagerung aber noch zu einem anderen Zweck: Es hat nämlich die Wirkungsweise eines dynamischen Stabilisators, eines Stoßdämpfers *(Bild 2)*. Dadurch ist auch bei starker Welligkeit der Platte ein Maximum an Wiedergabequalität zu erreichen, da der Abtastwinkel und die Auflagekraft sich nunmehr wenig verändern.

Als Auflagekraft wird ein Wert zwischen 7,5 mN (0,75 p) und 12,5 mN (1,25 p) empfohlen. Bei eingeschwenktem dynamischen Stabilisator ist am Plattenspieler ein um 5 mN (0,5 p) höherer Wert einzustellen.

Ferner weist das V 15 IV einen hyperelliptischen nackten Diamanten auf, mit dem sich eine erweiterte Rillenkontaktzone ergibt. Man spricht von einer 25%igen Verringerung der Abtastverzerrungen gegenüber konventionellen biradialen Abtastern. Um die effektive Masse zu verringern, verwendet man einen Nadelträger in Teleskopbauweise und einen leichten Hoch-

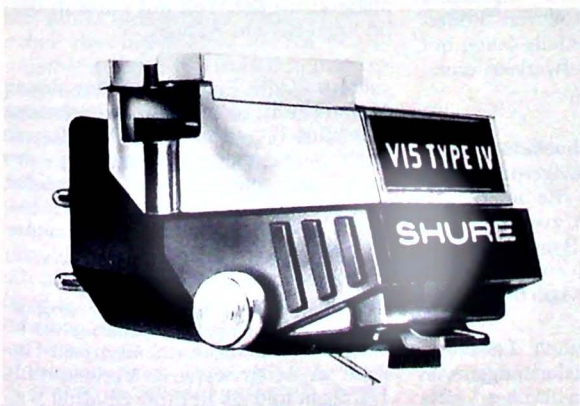


Bild 1. Bei dem neuen Tonabnehmersystem V 15 IV von Shure wurde großer Wert auf Abspielkomfort gelegt

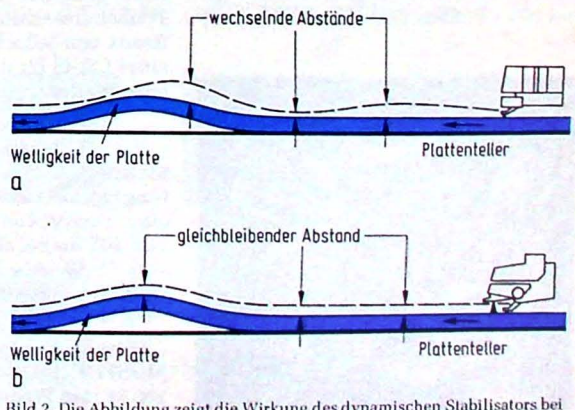


Bild 2. Die Abbildung zeigt die Wirkung des dynamischen Stabilisators bei Welligkeiten der Platte: a = ohne Stabilisator, b = mit dynamischem Stabilisator

energie-Magneten. Die Lagerung wurde ebenfalls neu konzipiert.

Für das neue Tonabnehmersystem gibt Shure eine Abtastfähigkeit („Trackability") bei 40 Hz von 29 cm/s, bei 1 kHz von 42 cm/s, bei 5 kHz von 47 cm/s und bei 10 kHz von 37 cm/s an. Als Abschlußwiderstand sind 47 kΩ mit einer Parallelkapazität von 200 bis 300 pF optimal. *Bild 3* zeigt das Frequenzgang-Toleranzfeld. Kg.

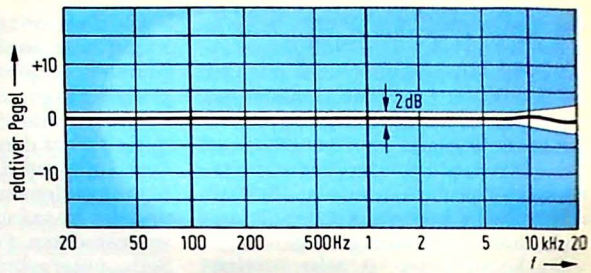


Bild 3. Das Toleranzfeld des Frequenzganges für das Tonabnehmersystem V 15 IV

Die interessante Schallplatte

Orgelgetreu – soweit wie möglich

Ins Auge springendes Merkmal der Schallplatte **The Fox Touch, Vol. 1** (Crystal Clear Records CCS-7001; Vertrieb: Syntec, 6000 Frankfurt), ist die gegenüber früheren Produktionen dieses Labels veränderte Drehzahl: es sind nun wieder (normale) 33 $^1/_3$ U/min.

Mit Superlativen ist es so eine Sache, doch kommt man hier nicht umhin, dieses Produkt mit dem Adjektiv „phantastisch" zu bezeichnen. Ich jedenfalls habe noch niemals zuvor auf einer Schallplatte eine Orgel so originalähnlich gehört – nicht originalgetreu. Letzteres ist allerdings auch schlechthin nicht möglich, denn eine (pneumatische) Orgel hat andere und größere Kraftreserven als (elektroakustische) Lautsprecher. Da die Platte so gut ist, kommt man auch sehr schnell an die Leistungsgrenze von Verstärkern, auch größeren Kalibers. Man ist eben immer versucht, Originallautstärke zu erreichen, was aber nicht möglich ist. Die von den Verzerrungen gegebenen Lästigkeitsschwellen werden jedoch weit hinausgeschoben.

Virgil Fox, der amerikanische Organist der Spitzenklasse, spielt hier auf Seite 1 *Toccata, Adagio und Fuge* von J. S. Bach auf einer Fratelli-Rufati-Orgel mit 6791 Pfeifen und einem Frequenzbereich bis herunter zu 16 Hz und bis über 20 kHz.

Die Dynamik ist außergewöhnlich: Man merkt dies besonders an extrem leisen Stellen und Staub auf der Platte. So kann man es durchaus glauben, daß die Plattenaufnahme nachts gemacht wurde; nur dann sind die Umweltgeräusche so klein, daß eine derartige Dynamik ausgenutzt werden kann. Ein Flugzeug kann aber auch hier, da direktgeschnitten, schnell eine Masterfolie unbrauchbar machen. Die Spieldauer von Seite 1: 15 min, 38 s.

Die Seite 2 beginnt mit der vielgespielten *Toccata und Fuge in d-Moll* (J. S. Bach), gefolgt von der Toccata aus der Symphonie Concertante (J. Jongen).

Besonders beim ersten Stück der zweiten Seite reicht die Orgel von geringster Lautstärke bis „Vollpegel". Gerade bei den leisen Stellen ist man versucht, wirklichkeitsfremd lauter zu drehen, mit dem Erfolg, daß Verstärker und Lautsprecher die „Spitzen" nicht mehr verkraften können. Die Spieldauer von Seite 2: 14 min, 25 s.

Der Organist gehört unzweifelhaft zu den Spitzenorganisten. Er war der erste nichtdeutsche Organist, der zu einem Konzert in der Thomaskirche zu Leipzig – wo J. S. Bach Kantor war – eingeladen wurde. Die auf der Platte hörbare Orgel, ein italienisches Produkt, ist nicht frei von elektronischen Accessoires: Sie verfügt über ein elektromagnetisches Tastenfeld, genauer: magnetisch gesteuerte Pfeifen.

Eine Schallplatte also, die ein Direktschnitt-Fan, sofern er sich auch für E-Musik interessiert, haben sollte. Kg.

Hi-Fi-Nachrichten

Für seine Tonbandgeräte unter dem Markennamen Technics entwickelte Matsushita eine IS in I^2L-Schaltung. Sie enthält die **Laufwerksteuerung** für das komplette Tonbandgerät und läßt durch logische Verknüpfung Funktionsübergänge ohne Gefahr für das Band ablaufen. Die 1973 vorgestellte Tonbandmaschine A 700 von Studer-Revox war jedoch ebenfalls schon mit einer LSI-IS für die Laufwerksteuerung ausgestattet.

Für **Hall- und Echoeffekte** liefert Matsushita eine Verzögerungsschaltung im IS-Gehäuse. Sie ermöglicht eine Verzögerungszeit zwischen 20,5 und 205 ms bei einem Dynamikumfang von 75 dB. Als Takt-(Clock-)Frequenz sind 10 bis 100 kHz möglich.

Hitachi stellte kürzlich **Leistungs-MOSFET** für Ausgangsleistungen von 100 W und Frequenzen bis über 1 MHz (–3 dB) vor. Die Transistoren sind für Drain-Source-Spannungen von 100 V ausgelegt und haben die Typenbezeichnung HS 8401.

Im September 1977 lieferte die Georg Neumann GmbH die **500. Schallplattenschneidanlage** seit 1948 aus. Damit arbeitet fast jede renommierte Schallplattenfirma der Welt mit einer in Berlin hergestellten Anlage.

3M will die Fertigung eines neuen Magnetbandtyps mit der Bezeichnung „Metafine IV" aufnehmen. Mit diesem Band soll eine Verbesserung des Rauschabstandes um 6 dB zu erzielen sein. Die Schicht besteht nicht wie bisher aus Metalloxid, sondern aus reinen **Metallpartikeln**; allerdings sind hierfür entsprechende Geräte erforderlich, die z. Z. noch nicht lieferbar sind. Das Band ist primär für Video-Kassetten gedacht, könnte aber auch in der Compact-Cassette zu deren weiterer Verbesserung beitragen und sie in ihrer Qualität weiter an das Spulentonbandgerät (und auch an die Schallplatte) heranbringen.

Ing. (grad.)
Hans Joachim Haase

Obwohl die Modul-Technik erst durch die Farbfernsehgerätetechnik ins Bewußtsein auch der Öffentlichkeit gerückt ist, wurde eine Schaltungsaufteilung in funktionsmäßig abgeschlossene und leicht auswechselbare Baugruppen im Bereich des Rundfunkgerätebaus schon zu einem viel früheren Zeitpunkt verwirklicht [1]. Die Gründe dafür lagen vorrangig jedoch weniger in der Forderung begründet, die Fehlersuchzeit und Reparaturkosten bei Geräteausfall zu vermindern, sondern mehr im Wunsch, die Schaltungstechnik eines bereits bewährten Gerätekonzepts den verbesserten technologischen Möglichkeiten der ständig neu auf den Markt kommenden Halbleiter-Entwicklungen möglichst umgehend anzupassen.

Modul-Radio

1. Teil

Entwicklung, Stand und Tendenzen der Schaltungstechnik in Hf-Baugruppen für Rundfunkempfänger

Läßt sich fertigungstechnisch ein meist auch mit einer Stromlaufänderung verbundener Bauteilwechsel in konventionellem Schaltungsaufbau noch relativ leicht durchführen, ist dies bei Platinenaufbauten fast immer mit einem Austausch der ganzen Platine verbunden, der – u. a. wegen des Fertigungsvorlaufes in der Großserienfertigung – meist nicht spontan erfolgen kann. Eine sinnvolle Verteilung der einzelnen Schaltungsbereiche in kompatible Baugruppen ist daher eine Notwendigkeit, wenn man innerhalb des einmal festgelegten Gerätekomplexes ausstattungsmäßig flexibel bleiben möchte.

Bei der Weiterentwicklung dieses Konzeptes kommt es, neben der jederzeit durchführbaren Verbesserung der Eigenschaften der einzelnen Baugruppe, vor allem aber darauf an, die Produktion sehr aufwendiger Empfänger unter Umgehung zeitraubender manueller Abgleich- und Einstellvorgänge zu vereinfachen und damit auch zu verbilligen.

Dieses Ziel läßt sich durch Verwendung integrierter Bausteine, in denen ganze Funktionsgruppen zusammengefaßt sind, weitgehend verwirklichen, wobei die Integration ganzer Schaltungsbereiche in IS zweifellos zu einer gewissen Systematik im Aufbau der Gesamtschaltung führt. Fanden die Schaltungsentwickler bei Verwendung diskreter Halbleiterbauteile noch reichlich Gelegenheit, ihre Ideen zu verwirklichen, engt sich dieser Bereich bei Verwendung von listenmäßig lieferbaren IS im Hf-Bereich doch deutlich ein und verlagert sich mehr in die Peripherie.

Bild 1 zeigt in den Blöcken A1/A2 das Funktionsprinzip des Überlagerungsempfängers, in der seit über fünf Jahrzehnten, also etwa seit Einführung des Rundfunks bekannten Art. Das aufgenommene Antennensignal wird im Hf-Verstärker Hf verstärkt und im Mischer M zusammen mit der Oszillatorspannung in eine Zwischenfrequenz umgesetzt. Diese wird im nachfolgenden Zf-Verstärker Zf verstärkt und anschließend im Demodulator Dem demoduliert.

Obwohl dieses Empfänger-Prinzip gleichermaßen für die AM- und FM-Technik Gültigkeit besitzt, sind die Anforderungen an die Signalverarbeitung doch sehr unterschiedlich. Für den FM-Empfänger wurde – nach Einführung der Rundfunkstereophonie 1963 – noch eine Decoder-Schaltung erforderlich. Im FM-Bereich hat sich bisher eine Aufteilung in die drei Funktionsgruppen: Vor-, Oszillator- und Mischstufe (1), Zf-Verstärker mit Demodulator (2) und Stereo-Decoder (3) als zweckmäßig erwiesen. Eine derartige Aufteilung war für einen AM-Empfangsteil, wegen des meist wesentlich geringeren Schaltungsaufwandes, nicht gleichermaßen günstig, so daß auch für Konzeptionen mit mehreren Wellenbereichen die gesamte Schaltung einschließlich Ferritantenne in einer Baugruppe zusammengefaßt wurde. Die Probleme lagen hier dann mehr darin, daß die mechanische Plazierung der auf dieser Baugruppe fest montierten, unmittelbar in die gedruckte Schaltung einbezogenen Bereichsumschalter den konstruktiven Aufbau des Gerätes durch die vorgegebene Anordnung der Tasten weitgehend einengten, weshalb schon auf die Integration des Drehkondensators verzichtet wurde, um wenigstens in der Positionierung des Sender-Abstimmknopfes frei zu sein. Eine richtungsweisende Schaltungskonzeption für eine völlig freizügige Anordnung aller erforderlichen Bedienungselemente des Hf-Teiles stellt die bereits 1969 entwickelte AM-Empfangseinheit mit 2 MW-, 1 LW- und 2 KW-Bereichen dar, die elektronisch abstimm- und umschaltbar waren (*Bild 2*). Diese Baugruppe unterliegt, sieht man von der Ausrichtung der Ferritantenne ab, daher keinerlei Einbaubedingungen.

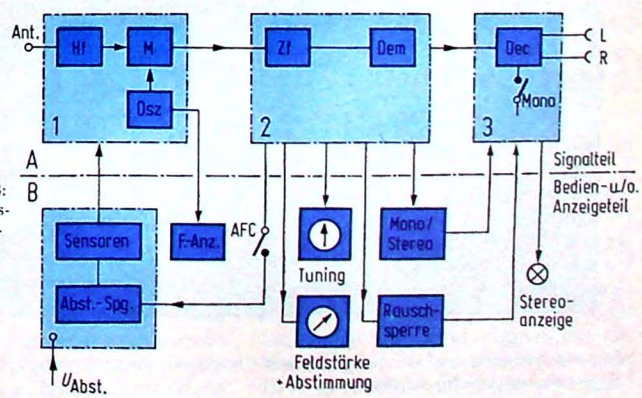


Bild 1. Funktions-Baugruppen in einem FM/AM-Empfangsteil; Bereich A: Empfangsteil, Bereich B: Abstimmspannungserzeugung und Anzeigeteil

Ing. (grad) Hans Joachim Haase (48), ging nach Abschluß seines Studiums an der Ing.-Schule Hamburg 1952 als Entwicklungs-Ing. in das Akustik-Labor der Deutschen Grammophon-Gesellschaft, Hannover. Von 1961 bis 1966 war er bei Dual in St. Georgen und danach acht Jahre beim Rundfunk tätig. Seit 1974 ist er Mitarbeiter der Entwicklungs-Direktion bei den Körting Radio Werken in Grassau.

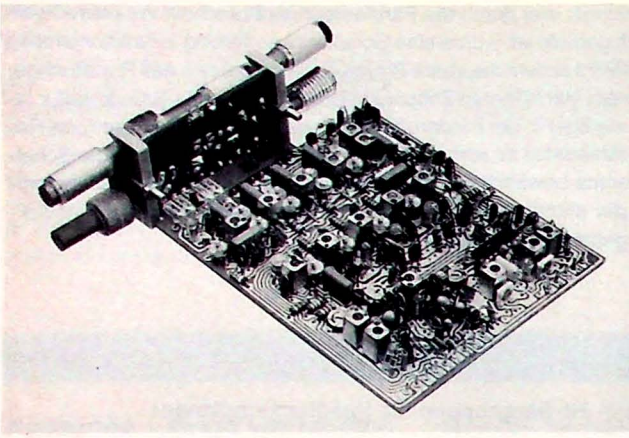


Bild 2. Elektronisch abstimm- und umschaltbarer 5-Bereichs-AM-Empfangsteil mit Doppel-Ferritantenne, auch für KW-Empfang (Görler 02486)

Während man bei diskret aufgebauten Hf-Baugruppen die Schaltungen für Zusatzaufgaben, wie z. B. Rauschsperre, Feldstärken-Anzeige, automatische Stereo/Mono-Umschaltung usw., aufbaumäßig noch von den eigentlichen Empfangsschaltungen trennte und in form von Zusatz-Bausteinen anbot, sind die neueren integrierten Schaltungen in der Regel bereits so ausgelegt, daß eine weitgehende schaltungstechnische Integration der in Bild 1 dargestellten Funktionsbereiche A und B zustandekam und extern lediglich noch die Anzeige-Indikatoren (Instrument, Glühlampe, LED) anzuschließen sind. Mit derartigen funktionsmäßig aufgegliederten Baugruppen lassen sich dann unterschiedlich aufwendige Hf-Empfangsteile zusammenstellen. Dem Anwender bieten sich bei der Konzeption einer ganzen Geräteserie mit den gleichen Grund-Baugruppen also durchaus noch Variationsmöglichkeiten hinsichtlich des Bedienungs- und Bestückungskomforts.

Die UKW-Tuner

Hinsichtlich der angestrebten Empfangs- und Übertragungseigenschaften von UKW-Empfangseinrichtungen stehen Großsignalfestigkeit, Unempfindlichkeit gegen Störempfangsstellen, kleiner Klirrfaktor und hohe AM-Unterdrückung im Vordergrund. Die praktische Bedeutung der häufig als besonderes Qualitätsmerkmal propagierten hohen Eingangsempfindlichkeiten $\leqq$ 0,3 µV sollten nicht überschätzt werden, da diese insbesondere unter Berücksichtigung einer Hi-Fi-Wiedergabequalität keine zusätzlichen Empfangsvorteile bieten. Um auf die von der DIN 45 500 für einen Frequenzhub von ±40 kHz geforderte Nf-Ausgangsspannung von 0,5 V zu kommen, ist – bezogen auf 0,5 µV Antennenspannung – eine Gesamtverstärkung von 120 dB erforderlich. Das für eine Grenzempfindlichkeit von 0,3 µV erforderliche minimale Eingangsrauschmaß liegt bei 2 dB, das aber bereits nur mit erheblichem Aufwand zu erreichen ist [2].

Bei Empfangsteilen mit derart hochgezüchteter Eingangsempfindlichkeit besteht insbesonders bei Verwendung bipolarer Transistoren die Gefahr, daß durch die verminderte Kreuzmodulationsfestigkeit und reduzierte Nebenwellenunterdrückung, insbesonders in der Nähe starker Sender, schwächer einfallende Stationen nicht mehr in der gewünschten Störfreiheit wiedergegeben werden können. Die unerwünschten Mischprodukte können sowohl in der Vorstufe als auch in der Mischstufe entstehen. Bei großen Eingangssignalen gelangt besonders eine ungeregelte Vorstufe leicht in einen nichtlinearen Aussteuerungsbereich, in dem durch Oberwellenbildung und Intermodulation eine Vielzahl von Störfrequenzen entstehen, die an der aufgabengemäß gekrümmten Mischer-Kennlinie weitere Störanteile erzeugen, die wiederum im Zf-Teil nicht unterdrückt werden können. Die in der Amplitude besonders stark auftretenden Störer liegen bei den Frequenzen

$$f_{Stör} = f_e + f_{ZF}\left(1 \pm \frac{1}{n}\right)$$

wobei n die Ordnungszahl der Harmonischen sowohl des Störsignals als auch des Oszillators ist.

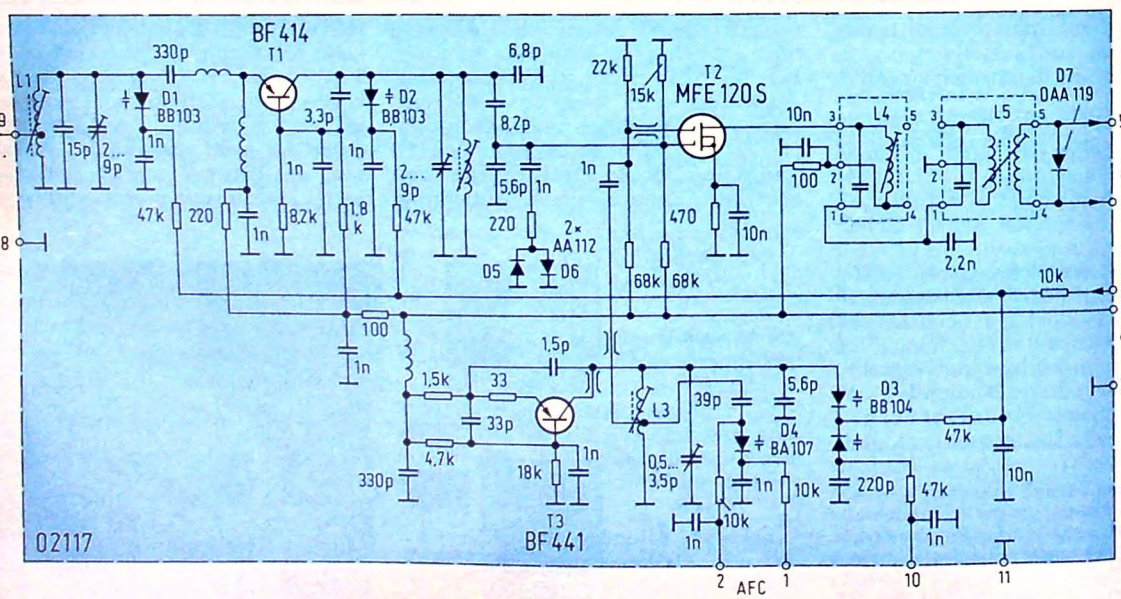


Bild 3. FM-Diodenmischteil mit einem Hochstrom-Transistor in der Hf-Vorstufe, Transistor-Oszillatorstufe und sehr einfacher Mischstufe mit Dual-Gate-MOS FET in diskretem Schaltungsaufbau

Berücksichtigt man jedoch, daß sich aus allen praktisch einfallenden Sendersignalen ein ständig wechselndes Frequenzspektrum bildet, ist es vorstellbar, daß die Bildung von Mischprodukten unübersichtlich wird [3].

Die Möglichkeiten zur Unterdrükkung der Kreuzmodulation bestehen einerseits in der wirkungsvollen Hf-Vorselektion bereits vor der ersten Transistorstufe und andererseits in einer weitgehenden Linearisierung der Arbeitskennlinie dieses Transistors.

Schaltungstechnisch läßt sich eine gute Hf-Selektion z. B. durch einen abgestimmten Eingangskreis oder ein Bandfilter zwischen Vor- und Mischstufe erreichen, wobei die Trennschärfe mit Verringerung der Hf-Bandbreite zunimmt und die unerwünschte Oszillatorspannung an den Antennenklemmen abnimmt. Hier muß durch eine überlegte Wahl zwischen Bandbreite und Übertragungsbereich ein Kompromiß eingegangen werden.

Ein günstiger Zusammenhang zwischen Steuerspannung und gesteuertem Ausgangsstrom ließ sich mit den sogenannten Hochstrom-Transistoren erreichen. Obwohl im allgemeinen ein höherer Strom gleichbedeutend ist mit einer größeren Rauschspannung, können mit dem Transistor BF 414 eine ausreichend begradigte Kennlinie und eine günstige Rauschzahl gleichermaßen ausgenutzt werden.

Im Dioden-Mischteil Görler 02117, das aus diskreten Halbleiter-Bauelementen aufgebaut ist (*Bild 3*), wird der über die BB 103 abstimmbare Eingangskreis durch die Transformation über die beiden Spulen an den Eingangswiderstand des in Basisschaltung arbeitenden Vorstufen-Transistors BF 414 angepaßt. Die Arbeitskennlinie dieses Hochstrom-Transistors liegt durch den relativ hohen Emitterstrom von 5 mA so günstig, daß – bei einem Rauschmaß von 2,8 dB – eine weitgehend störungsfreie Verarbeitung von Antennenspannungen bis zu 0,5 V erreicht wird. Um eine Übersteuerung des nachfolgenden Dual-Gate-MOSFET zu vermeiden, wird der Maximalpegel an der ersten Gate-Elektrode durch zwei antiparallel geschaltete Germaniumdioden begrenzt.

Feldeffekt-Transistoren haben sich sowohl in der Vorstufe als auch in der Mischstufe bewährt. Gegenüber dem normalen bipolaren Hf-Transistor können sie in der Vorstufe wesentlich höhere Antennenspannungen verzerrungsfrei verarbeiten. Bei selbstschwingenden Mischstufen kann es dann aber zu einer Auslöschung des Oszillators kommen. Um den Einfluß

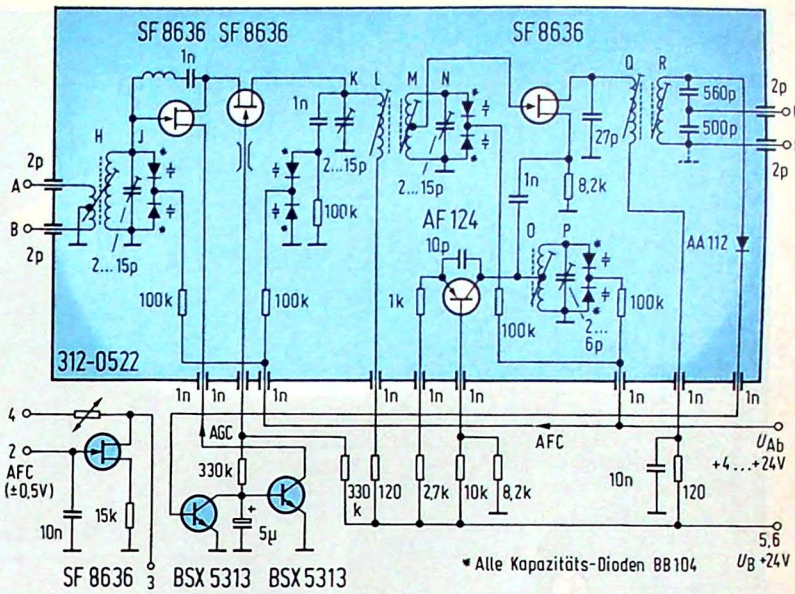


Bild 4. FM-Tuner mit vier Gegentakt-C-Dioden und geregelter sowie neutralisierter Kaskode-FET-Vorstufe

des Antennensignals auf die Frequenz des Oszillators auszuschließen, wurde in einer hochwertigen Baugruppe (Görler 0505) ein separater Transistor-Oszillator vorgesehen und seine Spannung kapazitiv an den Mischer angekoppelt (wie in Bild 3).

Als Misch-Transistor wurde ein Dual-Gate-MOSFET verwandt, der sich verfahrensmäßig wegen seiner weit aussteuerbaren Kennlinie mit annähernd quadratischem Verlauf als besonders günstig herausstellte. Die durch die AFC nachregelbare Oszillatorspannung gelangt kapazitiv an das 2. Gate. Da wegen der geringen Rückwirkungskapazität des Dual-Gate-Mosfet jede Neutralisation entfallen kann, verhält sich ein derartig einfaches Mischteil – auch bei erhöhtem Temperatureinfluß – funktionssicher und wurde in großen Stückzahlen für hochwertige Receiver gefertigt.

Folgende Betriebsdaten ließen sich damit erreichen:

Zf-Bandbreite:	250 kHz
Spiegelselektion:	≧ 55 dB
Zf-Festigkeit:	> 70 dB
Nebenempfangsstelle fe + Zf/2:	> 83 dB
Rauschzahl:	3,5 kT_o
Max. Oszillatorspannung am Antenneneingang	≦ 0,9 µV

In fortschrittlicheren FM-Tunern werden zur Kreisabstimmung anstelle der Eintakt-Dioden Gegentakt-Abstimmdioden (z. B. BB 104) benutzt, da mit ihnen das durch die überlagerte Wechselspannung verursachte rhythmische Arbeitspunktverschieben verhindert wird und daher eine Kreuzamplitudenmodulation zwischen Nutz- und Störsendern nicht auftritt. *Bild 4* zeigt den Stromlauf eines vierfach abstimmbaren Tuners mit FET-Vorstufe (Görler 02119). Hier folgt auf den ersten abgestimmten Antennenkreis eine neutralisierte geregelte Kaskodestufe mit Feldeffekt-Transistoren. Mit ihr wird bei einer Verstärkung von ≈ 30 dB eine Rauschzahl ≦ 2,5 kT_o erreicht. Das zwischen Vorstufe und Mischer angeordnete unterkritisch gekoppelte Bandfilter ist zweifach abstimmbar. Auch die AFC-Korrektur wirkt auf alle vier Kreise.

Zur automatischen Verstärkungsregelung (AGC) wird dem Sekundärkreis des ersten Zf-Filters eine Hf-Spannung entnommen, die über die Ge-Diode AA 112 und die beiden Transistoren BSX 5313 den ersten FET der Kaskode regelt. Die Spiegelfrequenz-Unterdrükkung ist > 70 dB.

IS in Mischstufen haben sich erst in jüngster Zeit bewährt. Eine technisch sehr fortschrittliche Konzeption steht mit dem symm. Gegentaktmischer SO42P von Siemens zur Verfügung. Ziel dieses Konzeptes war es, bei größtmöglicher Verzerrungsfreiheit eine hohe Großsignalverträglichkeit und einen optimalen Signal/Rausch-Abstand zu erreichen. Bei Görler wurde diese IS erstmalig in einem sogenann-

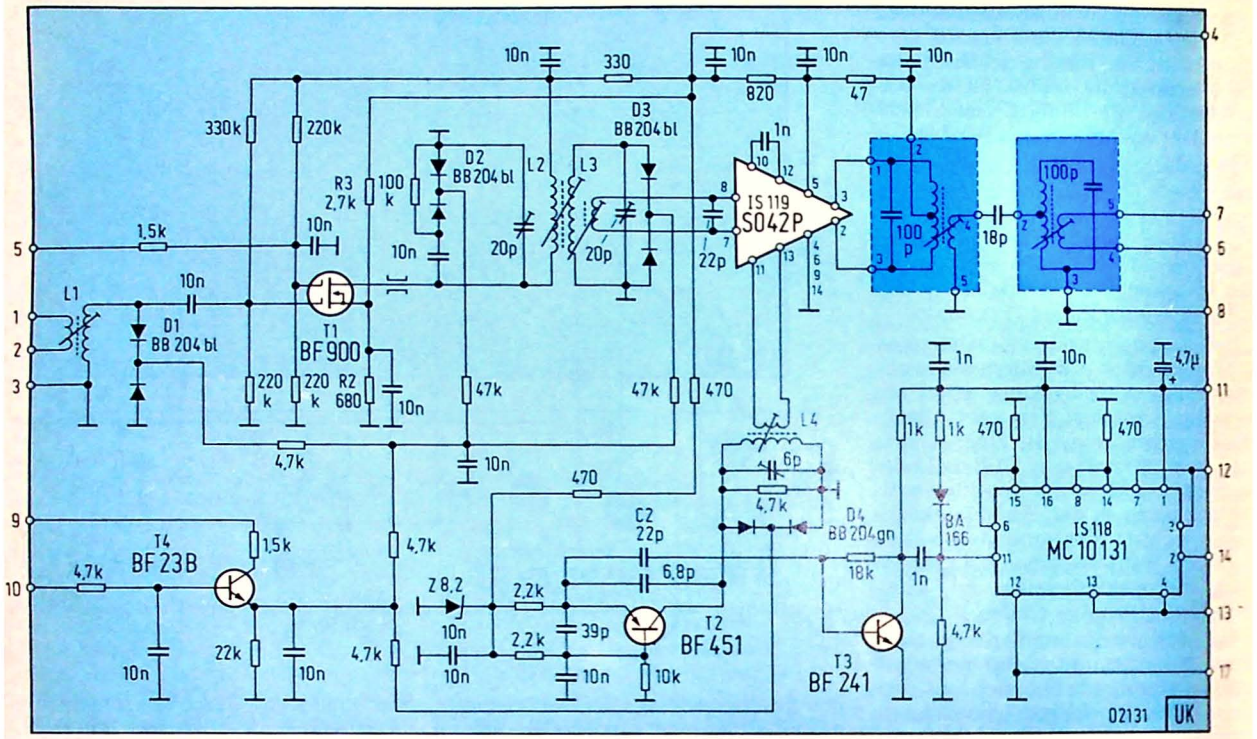


Bild 5. Stromlauf des Teiler-Mischers mit rauscharmer Dual-Gate-FET-Vorstufe und integriertem 4 : 1-Frequenzteiler in ECL-Technik

ten Teiler-Mischer (Baugruppe 02131) verwandt. Die Baugruppe wurde als Teiler-Mischer bezeichnet, weil sie einen organisch integrierten ECL-Teiler enthält, der die Oszillatorfrequenz 4:1 heruntergeteilt, um direkt eine numerische Frequenzanzeige-Einheit ansteuern zu können. In *Bild 5* ist der Stromlauf des Teiler-Mischers dargestellt.

Das von der Antenne aufgenommene Hf-Signal gelangt über eine galvanisch von der Baugruppe getrennte Koppelschleife an den mit der Gegentakt-Diode D 1 abstimmbaren Vorkreis. Die Kreisspitze ist an das erste Gate der MOSFET-Tetrode BF 900 (T 1) geschaltet. Durch Herabziehen einer Regelspannung am Anschlußpunkt 5 auf 0 V läßt sich über das zweite Gate die Verstärkung des Mischteiles insgesamt um ca. 45 dB vermindern. Durch eine derartige Vorstufenregelung kann verhindert werden, daß bei stark einfallenden Sendersignalen Vor- und Mischstufe in die Begrenzung kommen.

Um die dazu erforderliche negative Vorspannung am Gate zu erhalten, wird die Source-Elektrode über R 2 und R 3 positiv vorgespannt. Am Drain-Anschluß liegt der Primärkreis eines induktiv gekoppelten abstimmbaren Zwischenkreisbandfilters, durch das, in Verbindung mit dem Vorkreis, die gewünschte optimale Hf-Selektion erreicht wird. Über eine massefreie Koppelschleife ist der symmetrische Eingang des SO 42 P an den Sekundärkreis dieses Bandfilters angepaßt. Dieser fremdüberlagerte Mischer, der sich u. a. durch eine sehr große Intermodulationsfestigkeit auszeichnet, hat gegenüber einer FET-Mischstufe – wie etwa nach Bild 3 und 4 – den Vorteil des wesentlich geringeren Oszillatorspannungs-Bedarfs, und einer höheren Mischsteilheit. Als Oszillator genügt eine einfache kapazitiv rückgekoppelte Oszillator-Stufe T 2 mit dem BF 451, da zur Mischung nur eine geringe Oszillatorleistung benötigt wird, die massefrei aus der Sekundärwicklung des Trafos dem Mischer zugeführt wird. Durch die lose, rückwirkungsfreie Ankopplung des Oszillators an den Mischer wird außerdem verhindert, daß durch stark einfallende Sender eine Modulation des Oszillators und damit der Zf erfolgt.

Weiterhin sind infolge der an den beiden symmetrischen Mischereingängen 7/8 und 11/13 wirksamen Gleichtaktunterdrückung sowohl das anstehende f_e-Signal als auch Anteile der Oszillatorfrequenz f_o am Ausgang unterdrückt. Es erscheinen nur die Mischprodukte, die dem kapazitiv gekoppelten Zf-Zweikreis-Bandfilter zugeführt werden.

Die bei diskret aufgebauten Oszillatorstufen häufig in Abhängigkeit von Betriebsspannungsschwankungen auftretende Frequenzdrift tritt in integrierten Schaltungen wegen der umfangreichen einbezogenen Stabilisierungsschaltungen nicht mehr auf, so daß weitgehend auch der Absolutwert der Versorgungsspannung in einem relativ großen Bereich liegen kann. Vom Emitter des BF 451 wird ein Teil der Oszillatorspannung über C 2 abgezweigt und über die im wesentlichen der Entkopplung dienenden Transistorstufe T 3 dem Eingang des ECL-Teilers MC 10131 (Motorola) zugeführt. Dieser teilt die zugeführte Frequenz um den Faktor 4, die als Spannung von etwa 0,6 V_{ss} an einem symmetrischen Ausgang zur Ansteuerung einer Frequenzanzeige zur Verfügung steht. Die Abstimmspannung wird über Steckeranschluß 10 und einen 4,7-kΩ Widerstand zunächst der Impedanzwandlerstufe T 4 zugeführt. Diese kompensiert durch den Temperaturgang der Basis-Emitter-Diode das gegenläufige Temperaturverhalten der vier Gegentakt-Abstimmdioden D 1...D 4 und stabilisiert daher wirkungsvoll die Abstimmung.

(Fortsetzung folgt)

Gerd Koetter

Die nachfolgend beschriebene Schaltung zeichnet sich durch einen geringen Klirrfaktor, gute Amplitudenkonstanz und einen weiten Frequenzbereich von 10 Hz bis über 100 kHz aus. Die Ausgangsspannung steht niederohmig zur Verfügung.

Nf-Generator mit niedrigem Klirrfaktor

Durch die Anwendung des Phasenschieberprinzips mit Operationsverstärkern ergeben sich wegen deren hoher Eingangs- und niedriger Ausgangsimpedanz deutliche Vorteile gegenüber einfachen Transistorgeneratoren. Die bekannte 10er-Frequenzabstufung kommt hier mit nur einem Potentiometer aus; wenn eine größere Frequenzvariation (z. B. 2000 : 1) gewünscht wird, kann ein Tandempotentiometer beschaltet werden, wobei an den Gleichlauf keine besonderen Ansprüche gestellt werden. Es ist außerdem möglich, einen Nf-Wobbler zu realisieren, wenn statt der Potentiometer z. B. Photowiderstände eingesetzt werden.

Das Prinzip des Phasenschiebers

Der Generator besteht aus drei gleichen, phasendrehenden Stufen und der Rückkopplung; die Prinzipschaltung einer Stufe gibt *Bild 1* wieder. Es handelt sich dabei um eine Sonderform des Differenzverstärkers; beiden Eingängen wird hier jedoch das gleiche Signal zugeführt.

Die allgemeine Form der Verstärkung lautet:

$$V = \frac{U_a}{U_e} = \frac{R4\,(R1 + R2)}{R2\,(R3 + R4)} - \frac{R1}{R2}$$

Potentiometer zusammen, so wird

$$V = \frac{R2 \cdot R4}{R3 + R4} - 1$$

Denkt man sich den Schleifer an Masse, so wird das Teilverhältnis 0 und die Verstärkung – 1. Bei Schleifermittenstellung ist das Teilerverhältnis 0,5 und die Verstärkung 0; liegt dagegen der Schleifer direkt am Eingang, dann wird die Verstärkung +1.

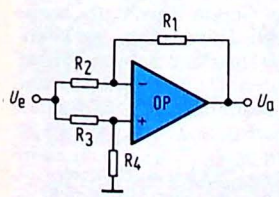


Bild 1. Sonderform des Differenzverstärkers. Je nach Dimensionierung der Widerstände wirkt die Schaltung verstärkend, invertierend oder nichtinvertierend

Es ist also möglich, Eingangssignale zu invertieren, eine Brückenschaltung aufzubauen, oder das Signal in Phase und Amplitude unverändert weiterzugeben.

In unserer Anwendung ersetzen wir R 4 z. B. durch eine Glühlampe, die die Wirkung eines PTC-Widerstandes hat. Bei wachsender Eingangsspannung wächst auch das Teilerverhältnis von R 4 zu R 3 + R 4, und die Verstärkung nimmt ab, wenn die Stufe invertierend dimensioniert ist. Die Einstellung der Ausgangsspannung erfolgt mit einem Trimmpoti für R 2 *(Bild 2)*.

Nachdem die Amplitudenbedingung realisiert ist, wenden wir uns der noch fehlenden Phasenbedingung zu. Wir

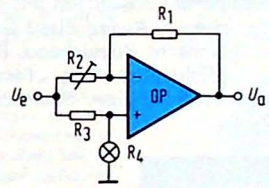


Bild 2. Ersetzt man in Bild 1 R 4 durch einen PTC-Widerstand oder ein Glühlämpchen, so erhält man eine einfache automatische Amplitudenregelung

benutzen wieder die gleiche Grundschaltung, ersetzen jedoch R 3 oder R 4 durch einen Kondensator und dimensionieren R 1 = R 2 *(Bild 3)*.

Allgemein ist dann die Spannung an R 4

$$U_{R4} = U_e \cdot \cos\varphi = Up \text{ mit } \varphi = \arctan\left(-\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R4 \cdot C}\right)$$

Durch die Kopplung der gleichen Widerstände R 3 und R 4 ist die Spannung am invertierten Eingang U_n in Betrag und Phase gleich Up. Wir erhalten die Ausgangsspannung mit der Phasenlage $\varphi a = 2\,\varphi$ und der Amplitude der Eingangsspannung, was einem Allpaßverhalten entspricht. Die Beziehung der Spannungen untereinander gibt das Vektorgramm in *Bild 4* wieder.

Die Gesamtschaltung

Man sieht, daß durch Variation von R 4 die Ausgangsspannung ohne Amplitudenänderung von 0 ° bis 180° gegenüber der Eingangsspannung verschoben werden kann. Im praktischen Aufbau darf R 4 nicht Null werden, da dieser Widerstand zugleich frequenzbestimmend ist. Wir benötigen also eine zweite, baugleiche Stufe, um die Gesamtphasenbedingung zu erfüllen. Jede dieser Stufen braucht dann nur 90° Phasenverschiebung zu erzeugen. Durch Rückkopplung der drei hintereinandergeschalteten Stufen ergibt sich damit ein Generator, der die Frequenz

$$f_o = \frac{1}{2\,\pi\sqrt{R1 \cdot C1 \cdot R2 \cdot C2}}$$

erzeugt.

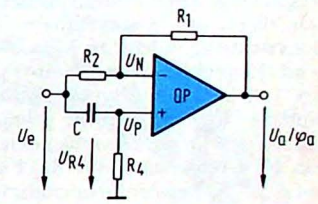


Bild 3. Der Differenzverstärker kann auch als Allpaß dimensioniert werden; er verändert dann nicht die Amplitude des Eingangssignales, sondern nur die Phasenlage

Aus der Vielzahl der Beschaltungsmöglichkeiten für die vier frequenzbestimmenden Bauteile wurde mit C 1 = C 2 und R 1 = R 2 ein Spezialfall herausgegriffen. Den Aufbau zeigt *Bild 5*, die *Tabelle* nennt die dabei gemessenen Daten.

Tabelle der technischen Daten:

Klirrfaktor k_2	= 0,017 %
Klirrfaktor k_3	= 0,016 %
Klirrfaktor gesamt	= 0,025 %
Ausgangsspannung	= 2,5 V ± 0,05 db
Frequenzbereich	= 50 Hz bis 100 kHz
	≙ 2000 · 1
Versorgung	= ± 12 V / ± 20 mA
Einstellzeit	= ca. 100 ms

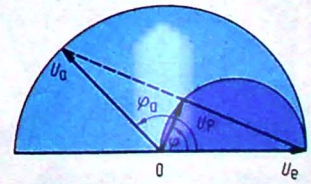


Bild 4. Vektordarstellung der Spannung am Allpaß und die Phasenlagen

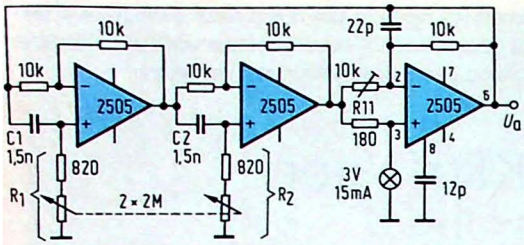


Bild 5. Mit der hier gewählten Dimensionierung ergibt sich ein ohne Umschaltung durchstimmbarer Generator mit dem Frequenzbereich von 50 Hz bis 100 kHz

Geeignete Bauelemente

Je nach Anforderung an die obere Grenzfrequenz ist der Operationsverstärkertyp zu wählen. Gute Ergebnisse wurden mit dem 2505 von Intersil (Vertrieb: Spezial-Elektronik) erzielt; wegen der geringen Slew-Rate von 0,5 V/µs sind bei dem Typ 741 und 2,5 V Ausgangsspannung nur etwa 20 kHz erreichbar.

Ein anderes Kriterium ist die Glühlampe in der Regelstufe; sie soll einen möglichst kleinen Leistungsbedarf haben, damit der vorgeschaltete Operationsverstärker nicht zu sehr belastet wird. Empfehlenswert ist ein Typ für 3 V / 15 mA (Fa. Albrecht, Bamberg). Notfalls läßt sich auch der gebräuchlichere Typ 6 V / 30 mA verwenden. Wird ein NTC-Widerstand für R 11 eingesetzt, ist die Regelstufe umzudimensionieren, wobei sie allerdings von der Umgebungstemperatur abhängig wird.

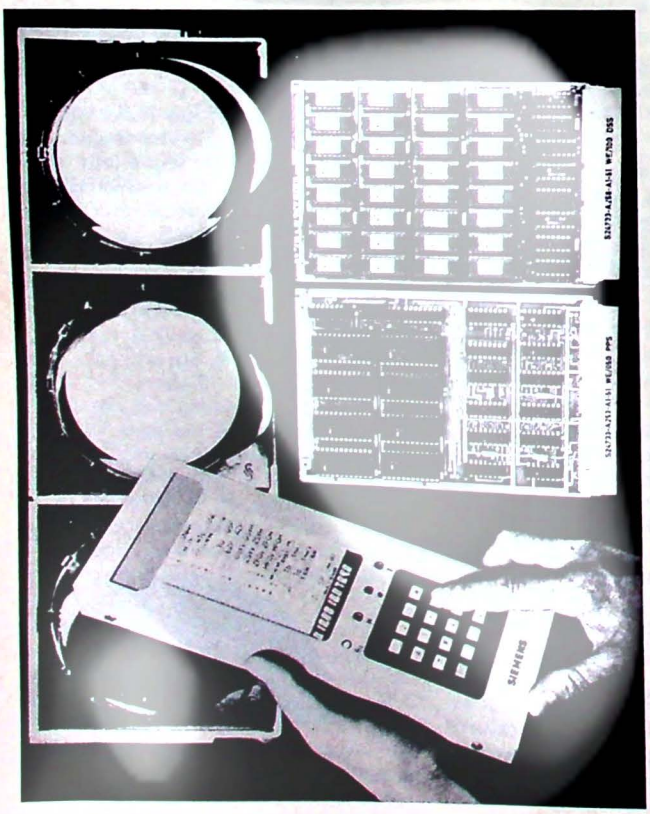
Gleichlauftoleranzen bei dem Tandempotentiometer wirken sich nur auf die Einschwingzeit aus. Wegen der günstigen Temperatureigenschaften sollten „KP"- oder „KC"-Kondensatoren eingesetzt werden. Bei einem Generator mit nur einem Potentiometer (100 kΩ für $\Delta f = 10$) brauchen die Kapazitäten nicht ausgesucht werden.

Mit einer weiteren Schaltebene können die Endfrequenzen mit je einem Trimmpoti für R 2 abgeglichen werden. Wie obige Formeln zeigen, verläuft der Drehwinkel des Potentiometers nicht frequenzlinear.

Zum Schluß sei noch auf eine weitere Anwendung der in Bild 5 angegebenen Schaltung hingewiesen: Durch Reduzieren der rückgekoppelten Spannung oder auch durch Abändern der Regelstufe kann bei sonst gleicher Beschaltung ein steiles durchstimmbares Bandpaß- bzw. Bandsperrenfilter aufgebaut werden.

Ampelsteuerung mit Mikrocomputer

Die neuen Signalsteuergeräte der Typenreihe M von Siemens zur Steuerung von Verkehrsampeln enthalten eine schnelle mikroprogrammierbare Steuereinheit in hochintegrierter Halbleitertechnik, die zusammen mit einer umfangreichen Software diese Geräte sehr flexibel macht. So reichen z. B. die Einsatzmöglichkeiten von Festzeit- oder verkehrsabhängigen Steuerungen für Einzelknoten bis zu komplexen Steuerungssystemen mit übergeordnetem Verkehrsrechner. Neben der elektronischen Signalsicherung, die verkehrsgefährdende Signalisierungszustände erkennt, haben die Geräte der M-Familie zusätzlich die Fähigkeit, das Unterschreiten von Mindest-Grünzeiten oder -Zwischenzeiten nicht nur festzustellen, sondern auch noch zu korrigieren.



Kleinere Änderungen an den Signalprogrammen lassen sich bei den Signalsteuergeräten der Typenreihe M mit dem Terminal M, das einem Taschenrechner ähnelt, vornehmen

Die Steuergeräte lassen sich direkt „vor Ort" programmieren und so den wechselnden Verkehrsanforderungen schnell anpassen. Größere Datenblöcke gibt man dabei mit Lochstreifen oder Magnetbandkassetten ein. Kleinere Änderungen an den Signalprogrammen werden mit dem Terminal M (*Bild*), das einem Taschenrechner ähnelt, vorgenommen. Für den Wartungsmann bedeutet es dabei eine erhebliche Arbeitserleichterung, daß er die Ein/Ausgabe-Prozeduren nicht in binärer Form, sondern mit leicht verständlichen alphanumerischen Ausdrücken, also mit Buchstaben und Ziffern, abwickeln kann.

Aber nicht nur der Betrieb, sondern auch der Aufbau von weitverzweigten Signalnetzen mit M-Geräten ist besonders rationell und wirtschaftlich. So können diese Geräte durch ein neues Übertragungsverfahren mit Verkehrsrechnern über nur ein Adernpaar zusammenarbeiten. Dadurch wird vor allem bei der Signalgruppen-Fernsteuerung der Bedarf an Steueradern – oft 20 30 oder auch mehr – drastisch reduziert. Das läßt eine Vielfachnutzung der schon vorhandenen Leitungen zu, und die Einrichtungs- und Unterhaltskosten für das oft aufwendige Kabelnetz sinken somit erheblich.

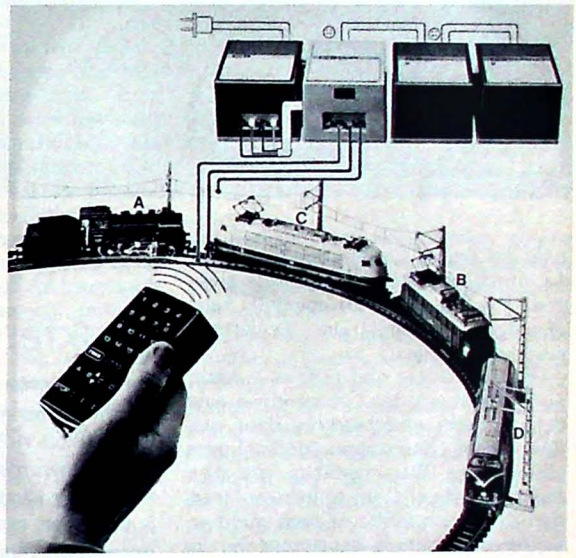
Halle D auf der Internationalen Spielwarenmesse 1978 in Nürnberg: Elektronik, wohin man sieht. Auch – und vor allem – bei den Modelleisenbahnen-Herstellern. Mit einer Ausnahme: Fleischmann sieht für elektronische Steuerungen noch keinen ausreichenden Markt, beobachtet ihn aber sehr aufmerksam. Anders bei Arnold, dort sind elektronische Blockstreckenautomatiken schon seit einigen Jahren im Programm, allerdings gemischt mit Relais, sie scheinen sicherer beherrschbar zu sein.

Viel Elektronik auf der Spielwarenmesse

Der sogenannte „Präzisor", ein elektronischer Fahrregler, wird zwar von *Arnold* vertrieben, stammt aber von einem anderen Hersteller. Noch vorsichtiger ist *Märklin* und baut vorerst lediglich einen Dampflok-Geräuschgenerator in das Spitzenmodell der Spur-I-Loks ein, eine bildhübsche Nachbildung der berühmten P 8 *(Bild 1)*.

Interessant wird es dagegen bei *Trix*. Diese Firma stellt eine Infrarot-Fernbedienung vor, die jedoch nicht auf die Züge, sondern auf das Gleispult wirkt. Pressesprecher Albrecht sieht darin Vorteile, besonders für größere Anlagen. Der Betrieb kann direkt vom Ort des Geschehens aus dirigiert werden. Der dazugehörende Geber könnte fast zu einem Fernsehempfänger gehören, ebenso das Codierungssystem. Mit der Dauer des Tastendrucks wird die Zuggeschwindigkeit bestimmt, gebremst wird mit der Rückwärtsfahrttaste, eine „Notstop"-Taste sorgt für Sofortbremsung. Mit dem Geber können bis zu vier Züge unabhängig voneinander gesteuert werden sowie bis zu 48 Zusatzfunktionen geschaltet. Damit spart die Fernsteuereinrichtung ein komplettes Zusatzsstellpult ein.

Die einzige Fünfkanal-Fernsteuerung für Modelleisenbahnen fand in der Modellbahnhalle keinen Platz mehr, Eingeweihte entdeckten sie in einer Gastrolle auf einem Stand unter völlig anderen Spielzeugen. Die *Salota*-Fernsteuerung arbeitet mit sequentiell über die Schienen übertragenen Hf-Impulsen im Bereich von 100 bis 150 kHz. Nach eigenen Angaben soll die Störstrahlung um den Faktor 5 unterhalb des zulässigen Werts liegen. Die Erfahrungen früherer Anbieter lassen jedoch leider wenig Hoffnung, daß diese Werte auch auf Fremdanlagen eingehalten werden können. Und die werden meistens selbst gebaut.



Infrarot-Fernsteuerung „Trix 2000" für Gleichstrom-Modellbahnen. Es können vier Züge unabhängig voneinander in Richtung und Geschwindigkeit gesteuert sowie 16 Schaltfunktionen (z. B. Weichen) betätigt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit eines Nothaltes.

Aus Schweden kommt die seit langem erwartete Sensation, die erste käufliche Computersteuerung für Modelleisenbahnen. Allerdings überraschte weniger die Technik des BN-Systems, als ihr Preis. So sollen beispielsweise die eigentliche Steuerung nur etwa 700 DM und der Monitor etwa 400 DM (!) kosten. Er ersetzt das Gleisbild-Stellpult und läßt alle Zugbewegungen erkennen. Zebrastreifen auf den Unterseiten der Lokomotiven speichern über optoelektronische Abtaster ein, welcher Zug gerade über welche Kontrollstelle fährt. Den Rest erledigt das Computerprogramm. Damit es auch Nichtfachleute aufstellen können, ist die Tastatur speziell auf die Belange des Modellbahners ausgerichtet. Hinter vorgehaltener Hand war zu hören, daß die niedrigen Preise nur erreicht würden, weil der gleiche (japanische) Hersteller mit nahezu identischer Technik die Schwedischen Staatsbahnen beliefert.

Rührigkeit aber nicht nur bei den Japanern, sondern auch in den USA. So

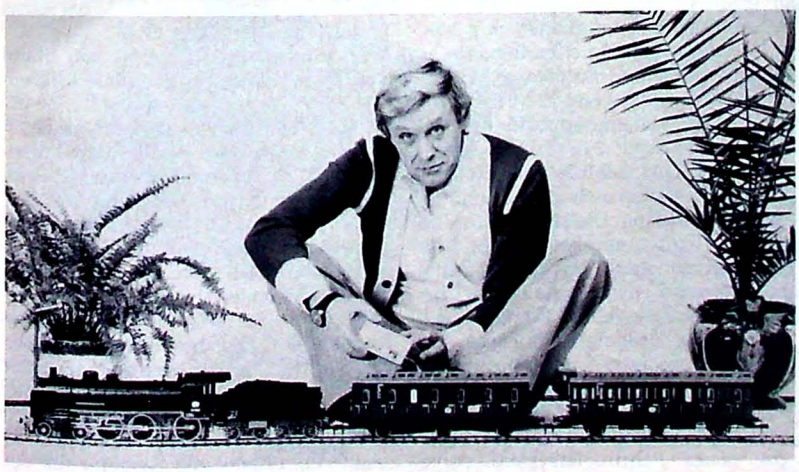


Bild 1. Bei der „P 8" von Märklin steckt der Dampfgeräusch- und Pfeifgenerator im Tender

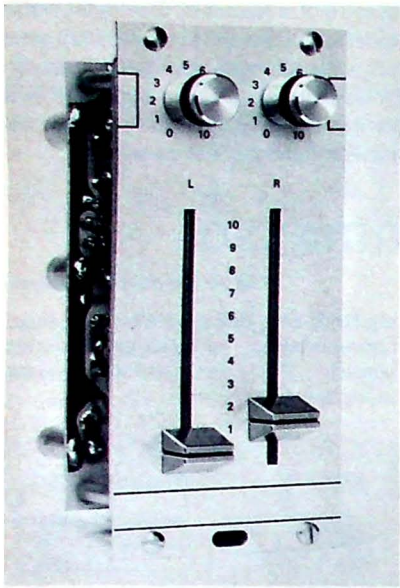


Bild 2. Mikrofonverstärker aus dem Philips-Elektronik-Bausätze-Programm

zeigt die Troller Corporation technisch gut durchdachte und ausgereifte elektronische Fahrpulte zu ebenfalls sehr günstigen Preisen. Der Dollarkurs machts möglich.

Überall zischte und pfiff es – wenn nicht direkt aus den Lokomotiven, wie bei *Lehmann* und *Märklin*, dann aus dem ersten Güterwagen *(Herkat)* oder einfach aus Zusatzgeräten, die von mehreren Herstellern angeboten werden. Natürlich fehlte es auch nicht an weiteren Elektronik-Bausteinen *(Arwe, Conrad, Elmo)*, so recht scheint dieses Geschäft aber (noch) nicht zu florieren.

Neuen Auftrieb gibt es bei den Autorennbahnen. Gleich zwei Anbieter, *Yonezawa Toys*, Hongkong, und *Arxon*, bieten Modelle an, bei denen die Fahrzeuge elektronisch gesteuert die Spur wechseln können. Damit kommt wieder etwas Pfiff ins Spiel. Zum Rundenzählen, Zeitenstoppen und als Zeitanzeige fertigt Märklin eine digitale Rennzentrale; sie paßt auch zu Fremdfabrikaten.

Wegen ihres pädagogischen Wertes sind alle Experimentierkästen weiterhin viel beachtet. Neue sah man bei der Frankschen Verlagshandlung *(Kosmos)* und bei *Philips*. Beide Hersteller bieten jetzt auch Bausätze für Elektronikschaltungen an, Philips spezielle Nf-Verstärkerbausteine *(Bild 2)* mit Frontplatten sowie elektronische Spiele.

Viele TV-Spiele flimmerten auch auf der Spielwarenmesse. Zumeist solche, die speziell für den Vertrieb über den Spielwarenhandel gedacht sind. Neben *Philips* und *Interton* fielen mehrere ostasiatische Hersteller auf, die Chancen in diesem augenblicklich überschäumenden Markt sehen. Ob aber den Spielwarenhändlern die da üblichen Handelsspannen reichen, muß sich bei dem rapiden Preisverfall erst noch zeigen.

Über den pädagogischen Wert der ebenfalls ausgestellten Schießspiele kann man geteilter Meinung sein. Amüsant jedoch sind zwei Artikel, die aus Großbritannien kommen: *Videomaster* zeigt eine elektronische Türklingel, die 24 auszuwählende Melodien spielt (siehe auch Heft 7/1978, Seite 287), und als besonderen Gag „Cam", ein Spielzeugauto, das auf gesprochene Kommandos reagiert. Es fährt auf Befehl an, biegt beim nächsten Kommando nach links ab, fährt geradeaus, dann nach rechts und stoppt. Dabei hört es sogar auf mehrere Sprachen – fährt aber immer die gleiche Reihenfolge ab. Das ist bei einem Preis um die hundert Mark verständlich, verblüfft jedoch trotzdem *(Bild 3)*.

Auf dem deutschen Markt noch neu sind Kinderradios von *Concept 2000* mit oder in Figuren aus Sesamstreet, von Disney und ähnlichen. Mit einer melodienspielenden Kindereisenbahn ist diesem Hersteller aber ein netter Gag eingefallen. Auswechselbare Schwellen mit unterschiedlich plazierten Schaltnocken sind die auswechselbaren Noten zu diesem Spiel, das auch Erwachsenen Freude macht.

Hobby-Elektroniker schließlich werden es begrüßen, daß es zu der mit 12 V betriebenen Kleinbohrmaschine hobbyboy von *Röhler* jetzt auch eine praktische Stichsäge, einen Schwingschleifer und eine biegsame Welle gibt.

Winfried Knobloch

Bild 3. Cam, das Spielzeugauto, das auf gesprochene Befehle reagiert (Videomaster)

Funkfernsteuerungen bei Spielzeug

Auf dem Fernlenksektor zeichnet sich eine Weiterführung des Trends einerseits zu hochentwickelten Spezialanlagen mit aufwendiger Steuerlogik für den Experten und andererseits zu billigen Zwei- und Vierfunktionsanlagen für den Normalverbraucher ab. Frequenzmodulation ist jetzt nicht mehr ausschließlich in Anlagen der oberen Preislage zu finden, sondern wird auch zunehmend in Billiganlagen eingesetzt. Es ist ja auch nicht einzusehen, warum Billiganlagen unzuverlässiger funktionieren sollen, aus Kostengründen jedenfalls nicht.

Brand-Elektronic bietet jetzt seine im letzten Jahr vorgestellte Spitzenanlage der „Variomodul"-Reihe in etwas abgemagerter Form als 4/8-Funktionsanlage unter der Bezeichnung „Favorit" an *(Bild 4)*. Beibehalten wurden alle technischen Besonderheiten wie Modulbauweise für schnellen Bandwechsel an Sender und Empfänger (27, 35 und 40 MHz, 32, 53 und 72 MHz für Export), offene Steuerknüppel für feinfühligstes Steuern, 240°-Trimmwalzen, Diagnosekabelanschluß, Möglichkeit des Lehrer-/Schüler-Betriebes und Frequenzmodulation. Die Hf-Moduln sind sender- und empfängerseitig für Schmalbandbetrieb im 10-kHz-Raster entsprechend den postalischen Bestimmungen ausgelegt. Die Edelstahlantenne des Senders ist in einem Kugelgelenk gelagert, um Handlichkeit und bestmöglichste Abstrahlung miteinander in Einklang zu bringen.

Für alle „microprop"-Anlagen wurde ein neues Fahrtreglersystem vorgestellt, das sich in Fahrtregler-Steuerteil, Fahrtregler-Leistungsteil und Fahrtregler-Speedschalter aufgliedert. So kann man sich einen den Erfordernissen angepaßten Fahrtregler zusammenstellen. Eine Leistungsstufe liefert einen maximalen Strom von 20 A bei einer Batteriespannung von 27 V.

Grundig-electronic zeigte am Stand der Firma *Graupner* eine neue Modellreihe der Varioprop-Serie. Alle Geräte wurden nach den neuesten Vorschriften der Deutschen Bundespost konzipiert und haben eine FE- oder MF-Prüfnummer. Unter der Bezeichnung „Varioprop-Micromodul" wird ein Fernsteuersystem mit sieben Funktionen angeboten, das sich je nach Bedarf durch einfaches Umstecken von Moduln im 27-, 35- oder 40-MHz-Band betreiben läßt. Die dreistufigen FM-Moduln für den Sender werden von unten derart eingesteckt, daß in einem Fenster an der Senderoberseite das jeweilige Frequenzband sichtbar wird *(Bild 5)*. Außerdem bleibt die Fassung für den Steckquarz frei zugänglich. Die bereits

in den Sendern der 14-S-Serie vorgenommene CT-Exponentialsteuerung wurde auch für die neuen T-14-Sender übernommen. Durch einen internen Schalter im Gerät kann beim T-14-Expert-Sender die Motorsteuerung wahlweise dem linken oder rechten Steuerknüppel zugeordnet werden. Der Empfänger-Grundbaustein Micromodul R 14 FM-S *(Bild 6)* verwendet im Zf-Teil ein 11poliges Keramikfilter, das die geforderte Nachbarkanalselektion sicherstellt. Als eigentliches Novum enthält der Empfänger jetzt einen integrierten Decoder, so daß die bisher verwendeten, graupnertypischen Decoderstufen entfallen.

In der preisgünstigen Klasse für vier Funktionen gibt es zwei neue FM-Schmalbandanlagen, die „Varioprop C 8 FM 35" für den Betrieb innerhalb 20 Kanäle im 35-MHz-Band und die „Varioprop C 8 FM 40" für den Betrieb innerhalb vier Kanäle im 40-MHz-Band. Der jeweils dazugehörige Empfänger ist als Kompakt-Superhet mit eingebautem Decoder ausgeführt, so daß Rudermaschinen direkt angeschlossen werden können.

Auch im *Graupner*-Programm findet sich jetzt eine besonders preisgünstige Kompaktanlage, hier allerdings, im Gegensatz zu anderen Fabrikaten, mit drei Steuerfunktionen. Die Anlage arbeitet amplitudenmoduliert mit 20 kHz Kanalabstand im 27-MHz-Band und trägt die Bezeichnung „Varioprop C 6 SSM 27".

Herold-Modellbau hat zwei neue „Polyprop"-Fernsteueranlagen im Programm. Beide Anlagen können in AM oder FM für die drei klassischen Fernsteuerbereiche geliefert werden. Die einfachere Anlage verfügt über fünf Steuerfunktionen, die größere über sie-

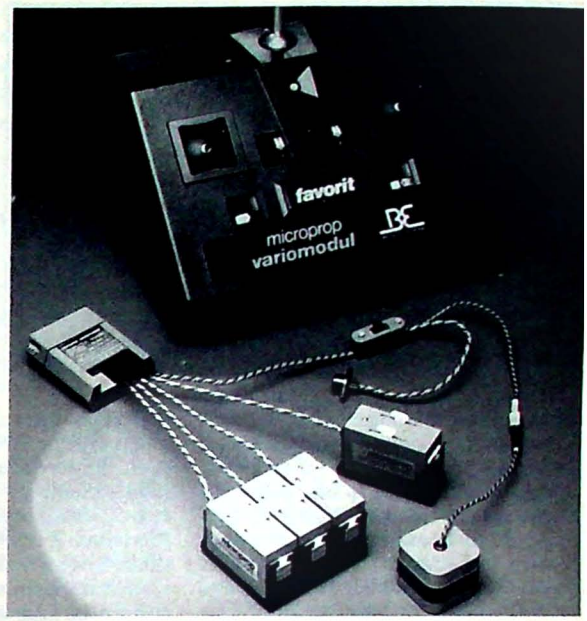


Bild 4. „Microprop-Variomodul"-Anlage „Favorit" von Brand-Elektronik für vier Steuerfunktionen

ben. Die Impulsteile der Sender sind in CMOS-Technik aufgebaut. Die Hf-Teile sind austauschbar, so daß ein Umrüsten innerhalb der zugelassenen Bereiche möglich ist.

Frequenzmodulation hat nun auch bei *Kraft* Einzug gehalten. Die „KP-6 A/FM" ist somit die erste in Amerika serienmäßig hergestellte FM-Anlage. Die Geräte der „78er Serie" arbeiten mit bereits im letzten Jahr vorgestellten, aber verbesserten Hf-Moduln, welche sich durch Festkanalbetrieb auszeichnen. Da hier der Steuerquarz fest eingelötet ist, kann das Hf-Modul optimal abgeglichen werden. Jedes Modul ist durch einen großen Aufkleber mit seiner Frequenz gekennzeichnet. Weiterhin im Programm sind die Anlagen der KSST-Reihe, einem speziell für den individuellen Anwender programmierbaren Anlagentyp der Spitzenklasse.

Robbe zeigte wieder ein breites Spektrum neuer Fernsteueranlagen. Für den Anfänger gibt es jetzt neben der „robbe kompakt", die neuerdings mit einem Ruderwegschalter für eine Richtungsfunktion ausgerüstet ist, eine weitere Anlagenreihe aus dem „Economic"-Programm. Diese amplitudenmodulierten Schmalbandanlagen arbeiten im 27-, 35- und 40-MHz-Band mit 10 kHz Kanalabstand. Sender und Empfänger sind für zwei oder vier Funktionen ausgerüstet. Die Sender sind, ähnlich der „kompakt"-Reihe, im Military-Look gehalten. Die Sender der „Terra"- und

Bild 5. „Varioprop-T-14"-Sender mit auswechselbaren HF-Modulen

Bild 6. „Varioprop-Micromodul-R"-Empfänger für sieben Steuerfunktionen mit ansteckbaren HF-Modulen

Bild 7. Vierfunktionsfernsteuerset Simprop SSM-System. Auch diese Anlage arbeitet mit HF-Moduln

„Luna"-Serie sind jetzt mit Ruderwegumschaltung, hier „Dual-Rate" genannt, erhältlich.

Ein neuer Anlagentyp im Programm ist das „Robbe-Mars-FMM-Funkleitsystem". Diese frequenzmodulierte Anlagenreihe arbeitet mit Hf-Steckmoduln im 27-, 35- oder 40-MHz-Band. Als Besonderheit sind in den Sendern verschiedene sogenannte „Nf-Moduln" mechanischer oder elektronischer Art einbaubar, so daß eine Anlage ganz individuell ausgestattet werden kann. So ermöglicht ein mechanisches „Nf-Modul" die wahlweise Verwendung eines Steuerknüppels als Positionsschalter zur Auslösung von Schaltfunktionen im Modell oder als Proportionalgeber. Elektronische „Nf-Moduln" ermöglichen Ruderwegumschaltung, Exponentialsteuerung, Mischung beliebig auswählbarer Steuerfunktionen mit variierbaren Anteilen im Sender („Multimix-System"). Im Sender sind alle Steuerknüppelfunktionen umsteckbar; sowohl in Lage als auch in Richtung. Außerdem kann ohne Abstrahlung eines Hf-Signales mit Hilfe eines Direktkabels die Funktion der Fernsteueranlage überprüft werden. Das Fernlenksystem ist für zwei bis acht Funktionen erhältlich.

Simprop rundet sein SSM-System mit der „SSM 4" ab, einer Vierfunktionsanlage mit einem Empfänger für acht Funktionen und zwei „Tiny"-Servos *(Bild 7)*. Diese Anlage arbeitet mit Hf-Frequenzmoduln. Die kleinen „*Sanwa*"-Anlagen sind jetzt auch frequenzmoduliert erhältlich, und zwar als „Sanwa 4" für vier Steuerfunktionen und als „Sanwa 6" für sechs Steuerfunktionen. Für den schmalen Geldbeutel sind die neuen „*Tiny*-Sport"-Servos jetzt auch als Bausatz erhältlich. Für die Besitzer von Modellsegeljachten ist ein kräftiges Segelverstellservo für eine externe Versorgungsspannung von 6 bis 9,6 V erhältlich.

„*Sipa*-Electronic" hat die Fernsteuergeräte der Cosmos-Serie weiterentwickelt und stellte die neue „FM COSMOS 2000" vor. Diese Fernsteueranlage für sechs Proportional- und eine Schaltfunktion arbeitet mit Frequenzmodulation. Der Sender ist in Modulbauweise aufgebaut und ermöglicht in einfacher Weise eine Programmierung der Servolaufrichtung, des Servoweges und der Steuerknüppelzuordnung. Im Profilinstrument des Senders ist noch eine Warnblinkanlage integriert, um vor Batterietiefentladung zu warnen.

Die bekannte Fernsteuergerätefirma *Multiplex* zeigte zwar ein breites Programm neuer Anlagen, doch waren darüber keinerlei Unterlagen erhältlich.

Chr. Rockrohr

Die kompakte „Varioprop C 6 SSM 27" für drei Steuerfunktionen in AM-Technik. Sie ist ausgelegt für den Betrieb auf zehn Kanälen im 27-MHz-Band

Das „Sanwa 4 FM"-Set mit Frequenzmodulation; betriebsfertige Anlage mit allem Zubehör

Die Hobbytronic, vom 23. bis 26. Februar 1978 in der Dortmunder Westfalenhalle abgehalten, übertraf mit einer Besucherzahl von 35 273 selbst die kühnsten Erwartungen. Der anfängliche Zweifel, ob es ein „nächstes Mal" geben wird, existiert nicht mehr: Die Hobbyelektroniker im „Kohlenpott" können sich gleich den Zeitraum vom 8. bis 11. März 1979 vormerken.

Hobbytronic '78: Ein voller Erfolg

Der Gedanke, auch den sonst etwas vernachlässigten Hobbyelektronikern eine Ausstellung zu widmen, führt eigentlich automatisch zu der Überlegung, wo man eine solche Veranstaltung am besten durchführt. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist, daß es den meisten Hobbyisten nicht zumutbar wäre, weite Strecken zu einer solchen Ausstellung zu reisen. Dortmund bietet sich natürlich schon deshalb als Ausstellungsort an, weil im Ruhrgebiet dank der hohen Bevölkerungsdichte mit einem relativ geringen „Weg pro Besucher" gerechnet werden kann.

Daß man mit dieser Überlegung recht hatte, ergibt sich schon aus der Besucherzahl von über 35 000, was für eine zweifellos vor allem regionale Ausstellung, die nicht einmal die ganze Halle 5 des Westfalen-Geländes ausfüllte, doch erstaunlich viel ist (*Bild 1*). Der Gedanke, etwas Ähnliches auch in anderen Städten Deutschlands durchzuführen, liegt zwar nahe, findet aber schnell seine Grenzen: Für die Versandhändler wäre es sicher unzumutbar, alle paar Wochen die Strapazen einer solchen Ausstellung auf sich zu nehmen.

Die vorsichtige Zurückhaltung einiger Firmen, wie etwa Rim, Conrad oder Balü, die diesmal noch nicht an der Ausstellung teilnahmen, dürfte sich allerdings nun gelegt haben, und so rechnet man für 1979 auch mit einem wesentlich größeren Rahmen der nächsten Hobbytronic.

Aktivitäten am Aktionsstand

Etwa in der Mitte der Halle 5 befand sich ein sogenannter „Aktionsstand", auf Neuhochdeutsch „Aktions-Center" genannt. Er beinhaltete die Einzelstände CB-Funk-Beratung, Amateurfunk-Beratung, Tonbandberatung, Laborberatung, Funkfernsteuerung und Antennenberatung. Für den Deutschen Amateurradio-Club (DARC), der die Amateurfunk-Beratung durchführte und wirklich Aktion durch Vorführung von Kurzwellen- und UKW-Funkverbindungen in den Betriebsarten Telefonie, Telegrafie, Funkfernschreiben und Fernsehen (ATV) bot, war dieser Aktionsstand sicher ein voller Erfolg. Auch die Funkfernsteuerer, die auf ihrem Stand ein Wasserbecken mit darin umherfahrenden ferngesteuerten Schiffen aufgebaut hatten, konnten sich nicht über mangelndes Interesse seitens der Besucher beklagen.

Aber schon auf dem Stand „Tonbandberatung", der vom Ring der Tonbandfreunde e. V. betreut wurde, zeigte es sich, daß es gar nicht so leicht ist, auf einer solchen Ausstellung z. B. die Aufnahme eines Hörspiels zu zeigen. Und auf den Ständen „Laborberatung" und „Antennenberatung" war der Andrang schon deswegen relativ gering, weil wirkliche Aktion kaum geboten werden konnte und andererseits viele Fragen der Ausstellungsbesucher erst bei Demonstrationen „am lebenden Objekt" entstehen.

Man wird sich sicherlich überlegen müssen, in welcher Form man dem Besucher der Hobbytronic '79 wieder einen solchen Beratungsstand bieten wird, vielleicht auch unter Hinzunahme einer Beratung für elektrotechnische und elektronische Berufe in Handwerk und Industrie.

Ein Problem: Der Geräuschpegel

Einige Firmen, darunter auch ein Mikrocomputer-Lehrinstitut, hatten sich vorgenommen, auf der Hobbytronic Kurzseminare und Lehrgänge zu bestimmten Themen aus dem Bereich der Elektronik durchzuführen. So lobenswert dieses Ziel auch sein mochte, so schwierig war doch die Realisierung: „Musik wird störend oft empfunden, dieweil sie mit Geräusch verbunden." Sicher ist es notwendig, z. B. eine elektronische Orgel (oder auch mehrere) auch in Betrieb vorzuführen oder die Klangfülle von Lautsprecherboxen unter Zuhilfenahme kraftvoller Verstärker zu demonstrieren; trotz wiederholter Mahnungen der Ausstellungsleitung schaukelten sich die Lautstärken aber schließlich gegenseitig so auf, daß an die Durchführung etwa von Mikrocomputer-Einführungsseminaren schon aus Gründen der Sprachverständlichkeit nicht zu denken war.

Ein Glück, daß der in einer Ecke der Halle gelegene Film-Vorführraum, in dem laufend Filme verschiedener Firmen z. B. über die Funktion von Transi-

Bild 1. Schon eine halbe Stunde vor der Eröffnung hatten sich zahlreiche Besucher vor der Halle 5 des Dortmunder Westfalen-Geländes eingefunden

Bild 2. Hobbycomputer sind ein neuer, schnell wachsender und leider auch ziemlich teurer Zweig des Elektronik-Steckenpferdes

storen oder über die Fertigung von integrierten Schaltungen gezeigt wurden, einigermaßen schalldicht war.

Auch bezüglich dieses Lärmproblems wird man sich zur nächsten Hobbytronic also etwas einfallen lassen müssen, z. B. in Form einer Aufteilung nach lärmverursachenden und „leisen" Ausstellern in zwei Hallen.

Bausätze immer mehr gefragt

Von vielen Händlern hörte man, daß die Nachfrage nach kompletten Bausätzen immer mehr zunimmt. Ein Grund dafür mag sein, daß gerade Schaltungen, die mit modernen Bauelementen aufgebaut sind, meist IS enthalten, die im Elektronik-Einzelhandel nur schwer erhältlich sind, so daß sich die Beschaffung vieler Teile oftmals recht schwierig gestaltet. Komplettbausätze sind zwar oft finanziell nicht die günstigste Lösung, ersparen dem Hobbyelektroniker aber zumindest das Wälzen teurer Kataloge und montagelanges Warten auf das Eintreffen aller benötigten Teile.

Jedenfalls beklagte sich auch am Franzis-Stand mancher Leser über die Verwendung schwer erhältlicher Bauelemente in den Bauanleitungen der FUNKSCHAU und in unserer Schwesterzeitschrift ELO. In der Tat ist es für uns ein gewisses Problem, einen günstigen Kompromiß zwischen der Verwirklichung eines technologisch modernen Konzepts und der Verbreitung der dazu benötigten Bauelemente zu schließen; einerseits läßt sich z. B. der Bauelementeaufwand durch Verwendung hochintegrierter IS stark verringern, andererseits bereitet die Beschaffung dieser IS manchem Leser gewisse Probleme. Sicher ist der Komplettbausatz hier eine hilfreiche Lösung, die sich aber nicht bei jeder Bauanleitung verwirklichen läßt.

Aussteller-Stimmen

Die Hobbytronic '78 war eigentlich erst einmal ein vorsichtiger Versuch von Fachverlagen und Versandhändlern, eine Ausstellung ausschließlich für den Hobbyelektroniker zu veranstalten. Gegen Ende der Hobbytronic fragten wir daher einige Aussteller, wie sie den Erfolg dieses Versuchs bewerteten. Die Antwort kam ziemlich einmütig: „Es hat sich gelohnt, nächstes Jahr sind wir wieder dabei."
Erstaunt war man zum Teil über das hohe fachliche Niveau der Besucher: So meinte etwa *Rudolf Dahms*, Inhaber der gleichnamigen Firma: „Das Wort ‚Bastler' darf man eigentlich gar nicht mehr verwenden." Dahms gehörte zu den Firmen, die auf der Hobbytronic auch Mikrocomputersysteme für den Computer-Hobbyisten ausstellten, darunter den inzwischen sehr verbreiteten KIM und das knapp 1000 DM teure Nascom-System. Gefragt sind derzeit vor allem Systeme, die nicht allzu teuer und trotzdem ausbaufähig sind (*Bild 2*).

Peter Brendler von *Interpower* (eine Balü-Schwester) sieht allerdings noch keine Veranlassung, sich in die Mikrocomputer-Technik zu wagen: „Das Problem ist, daß es derzeit praktisch keine deutschsprachige Literatur gibt."

DARC-Vorsitzender Philipp Lessig, Rufzeichen DK3LP, besuchte ebenfalls die Ausstellung, meinte aber, es komme dem DARC hier keineswegs darauf an, neue Mitglieder zu werben. (Der DARC war innerhalb des Aktionscenters, siehe *Bild 3*, untergebracht.) Allein im Januar habe man 734 „Newcomer" neu in den Amateurfunk-Club aufgenommen (die Austritte sind bereits abgezogen!). Wichtig sei vor allem, die Öffentlichkeit überhaupt mit dem Amateurfunk bekanntzumachen; es sei erschreckend, wie gering der Wissensstand selbst unter Akademikern über dieses Hobby ist.

Ein Teil der Firmen war auch nur deshalb zur Hobbytronic gekommen, um Gespräche mit den Händlern zu führen und die Endverbraucher über ihre Produkte zu informieren, ohne direkt zu verkaufen. Dafür war die Hobbytronic '78 offenbar nicht so ganz der richtige Ort, und so war man z. B. bei *Stabo* etwas enttäuscht, daß es kaum zu den gewünschten Kontakten kam. Die ebenfalls Funkgeräte herstellende und nur zum Teil direkt liefernde Firma *Braun* war dagegen – weil dank einer auskunftswilligen Standbesatzung der Kontakt zum Endverbraucher funktionierte – recht zufrieden: „Beim nächsten Mal sind wir wieder dabei."

Der Versuchsballon ist nicht geplatzt – nächstes Jahr wird die Hobbytronic wiederholt. Ob allerdings nur Dortmund auf die Dauer eine solche Hobbyelektronik-Ausstellung durchführen wird, sei dahingestellt...

Herwig Feichtinger

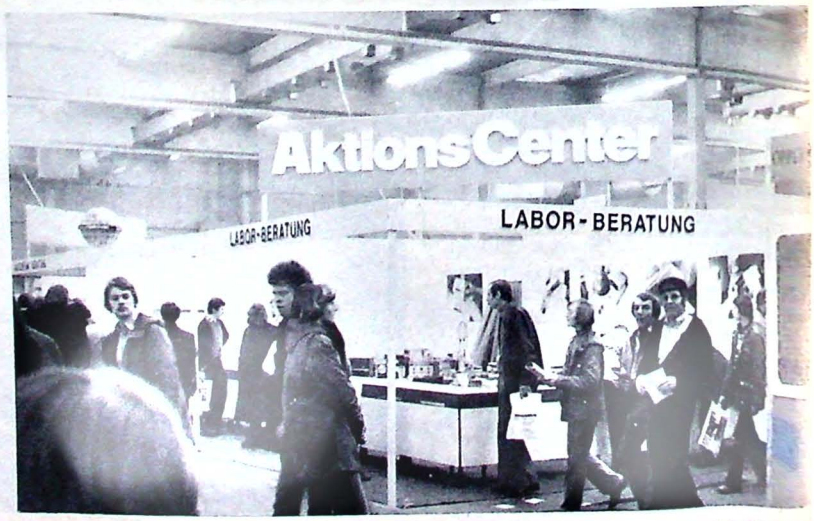


Bild 3. Das Aktions-Center war nur zum Teil gut besucht; hier die „Laborberatung". In welcher Form man den Aktionsstand auf der nächsten Hobbytronic wiederholen wird, steht noch nicht fest (Fotos: Heyne)

Günter Heeke, DC1QW

FM-Vielkanal-UKW-Funkgeräte arbeiten heute meist mit PLL-Oszillatoren. Die Frequenzmodulation geschieht dabei üblicherweise dadurch, daß die Nf der PLL-Regelspannung aufmoduliert wird. Daß das nicht ganz unproblematisch ist und einiger Vorüberlegungen bedarf, zeigt der folgende Beitrag.

Frequenzmodulation phasengeregelter Oszillatoren

In zunehmendem Maße werden in Funksprechgeräten phasensynchronisierte Oszillatoren eingesetzt, da sich durch derartige Regelschaltungen kostengünstige Vielkanalgeräte realisieren lassen. Soll ein PLL-Oszillator frequenzmoduliert werden, so sind die Besonderheiten der Phasenregelsysteme zu beachten.

Zunächst sei das Blockschaltbild eines Vielkanaloszillators angegeben (*Bild 1*). Die generelle Arbeitsweise der Schaltung wird als bekannt vorausgesetzt.

Nichtlineare Steuerkennlinien

Als spannungsgesteuerte Oszillatoren werden fast ausschließlich LC-Oszillatoren benutzt, bei denen als variable Reaktanzen Kapazitätsdioden zum Einsatz kommen. Die Sperrschichtkapazität C_j der Dioden ist von der angelegten Sperrspannung U_r abhängig und gehorcht nach [1] der Gleichung

$$C_j = \frac{C_o}{1 + \left(\frac{U_r}{U_d}\right)^n}$$

mit U_r = Sperrspannung,
C_j = Sperrschichtkapazität,
C_o = Sperrschichtkapazität ohne Vorspannung,
U_d = Diffusionsspannung,
n = technologieabhängiger Faktor.

Die Sperrschichtkapazität ändert sich demnach nicht linear mit der Sperrspannung.

Bei einem Oszillatorschwingkreis in Reihenschaltung ergibt sich die wirksame Gesamtkapazität zu

$$C_{ges} = \frac{C_z}{1 + \frac{C_z}{C_j}}$$

mit C_z = Zusatzkapazität, also die Summe aller wirksamen Kapazitäten außer C_j. Bei gegebenem L ist die Resonanzfrequenz ω eine Funktion der Diodenkapazität:

$$\omega(C_j) = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C_z}} \cdot \sqrt{1 + \frac{C_z}{C_j}}$$

mit L = Schwingkreisinduktivität. Daraus läßt sich der folgende Differentialquotient ableiten:

$$\frac{d\omega}{dC_j} = -\frac{\sqrt{\frac{C_z}{L}}}{2 \cdot C_j^2 \sqrt{1 + \frac{C_z}{C_j}}}$$

Aus der Gleichung ist erkennbar, daß die differentielle Änderung der Frequenz abnimmt, wenn die Frequenz sinkt bzw. die Diodenkapazität größer wird. Hierdurch ergibt sich bezüglich der Oszillatorfrequenz eine teilweise Kompensation der nichtlinearen Spannungs-Kapazitäts-Kennlinie der Diode.

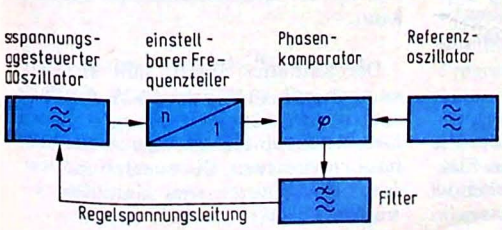
Bild 2 zeigt eine typische resultierende Steuerkennlinie eines spannungsgesteuerten Oszillators. Es wird ersichtlich, daß die Übertragungssteilheit eines solchen Oszillators im oberen Frequenzbereich geringer ist als bei tiefen Frequenzen. Nachdem an zwei gewählte Arbeitspunkte Tangenten gelegt wurden, wird deutlich, daß bei konstanter, der Diodensperrspannung überlagerter Modulationsspannung unterschiedliche Frequenzhübe erzielt werden. Im Beispiel ergibt sich bei 144 MHz Betriebsfrequenz ein Übertragungsbeiwert von 0,425 MHz/V, bei 146 MHz dagegen von 0,15 MHz/V. Dabei wird die VCO-Steuerkennlinie als stückweise linear angenommen, was bei den geringen üblichen Frequenzhüben zulässig ist. Werden im Modulationsverstärker keine besonderen Maßnahmen getroffen, so ergibt sich bei sonst konstanten Betriebsbedingungen allein durch Frequenzwechsel vom unteren in den oberen Oszillatorbereich ein um den Faktor 0,35 verringerter Frequenzhub, woraus ein verminderter Störabstand im Empfänger resultiert. Andererseits besteht die Gefahr der Übermodulation, falls der Hub bei einer hohen Betriebsfrequenz eingestellt wird.

Legt man auf einen angenähert konstanten Frequenzhub im gesamten nutzbaren Oszillatorbereich Wert, so kann man über elektronische Schalter dem Hubregler Widerstände zuschalten, wie in *Bild 3* gezeigt. Die Steuerung der Schalter kann oft direkt durch die bei Synthesizern zur Frequenzeinstellung benutzten Codierschalter erfolgen. Geeignete elektronische Schalter sind z. B. Analogschalter in CMOS-Technik (4016).

Regelschleifen-Frequenzgang

Neben dem dargestellten Komplex der nichtlinearen Steuerkennlinien von VCOs und den daraus resultierenden unterschiedlichen Frequenzhüben gibt es bei phasengeregelten Oszillatoren noch Besonderheiten beim Übertragungsfrequenzbereich des Modulationssignals.

Die Modulationsspannung kann an verschiedenen Stellen in den Phasenregelkreis eingeschleift werden. Da bei den hier zugrunde gelegten Regelkrei-



◄ Bild 1. Blockschaltbild eines Vielkanaloszillators. Die VCO-Frequenz ist hier das n-fache der Referenzfrequenz, sobald die PLL eingeschwungen ist

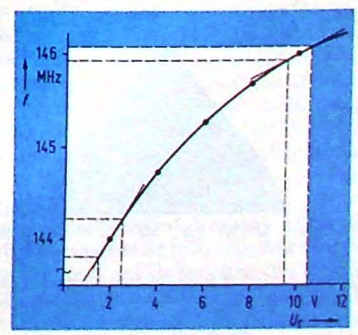


Bild 2. ► Steuerkennlinie eines diodenabgestimmten Oszillators

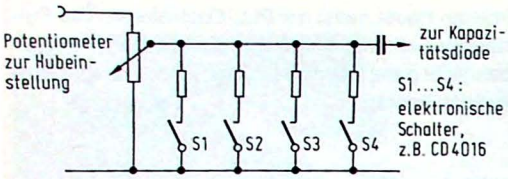


Bild 3. Auswirkungen von Unlinearitäten in der VCO-Kennlinie lassen sich z. B. mit elektronischen Schaltern (die vom Frequenzwahlschalter gesteuert werden) „ausbügeln"

sen die Verwendung einstellbarer Frequenzteiler üblich ist, ist es unpraktikabel, den Referenzoszillator zu modulieren. Je nach eingestelltem Teilungsfaktor ergäbe sich ein anderer Wert für den Frequenzhub, da die Regelschleife als selektiver Vervielfacher arbeitet und der Hub des Referenzoszillators ebenso wie die Referenzfrequenz vervielfacht wird. Außerdem ist die erzielbare Regelgeschwindigkeit zur Übertragung der höchsten vorhandenen Modulationsfrequenzen oft nicht ausreichend.

Fast immer wird die Modulationsspannung kapazitiv in die Regelspannungsleitung eingekoppelt. Die so erzwungene Frequenzmodulation eines Oszillators stellt eine Störung im Regelkreis dar und wird wie eine solche behandelt, d. h. es wird der Versuch einer Ausregelung unternommen.

Bei sehr niederfrequenter Modulationsspannung wird diese durch die Regelung fast vollständig kompensiert. Mit zunehmender Modulationsfrequenz ruft der im Regelkreis enthaltene Tiefpaß eine immer stärkere Phasendrehung hervor, so daß sich die Gegenkopplung in Richtung der Mitkopplung verschiebt, was eine geringere Ausregelung zur Folge hat. Für sehr hohe Frequenzen ist die Regelung unwirksam, so daß diese Anteile voll übertragen würden.

Es existiert eine als „kritsche Frequenz" des Regelkreises bezeichnete Störfrequenz, welche am wenigsten ausgeregelt wird. Zur Ermittlung dieser Frequenz wird eine Störschwingung mit variabler Frequenz und konstanter Amplitude in den Regelkreis eingeschleift, und mit einem Frequenzgangschreiber werden die Wechselanteile in der vom Phasenvergleich gewonnenen Regelspannung aufgezeichnet. *Bild 4* zeigt ein Diagramm zur Ermittlung der kritischen Frequenz, das bei einer typischen Regelschleife mit 25 kHz Referenzfrequenz aufgenommen wurde. Da die kritische Frequenz eines Regelkreises von dessen Parametern abhängt und nicht willkürlich gewählt werden kann, ist es zur Erzielung eines optimalen Modulationsfrequenzgangs erforderlich, einen Modulationsverstärker zu benutzen, dessen Frequenzgang speziell auf die Regelschaltung zugeschnitten ist. Im vorliegenden Beispiel mußte der Bereich bis etwa 2000 Hz deutlich abgesenkt werden. Die Verwendung eines Hochpasses mit einer Grenzfrequenz von ca. 2000 Hz und einer Flankensteilheit von etwa 8 dB pro Oktave im Modulationsverstärker läßt einen günstigen Sprachfrequenzgang erwarten.

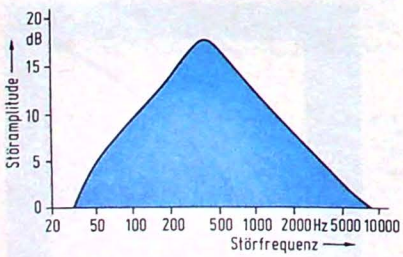


Bild 4. Typischer Modulationsfrequenzgang eines PLL-Systems bei einer Phasenvergleichsfrequenz von 25 kHz

Literatur

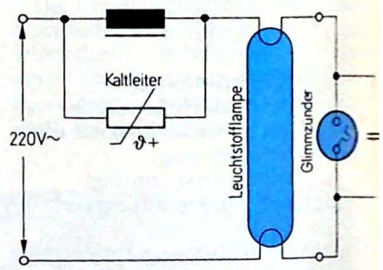
1 Siemens Bauelemente. Technische Erläuterungen und Kenndaten für Studierende

Kaltleiter verhindert Flackern beim Einschalten von Leuchtstofflampen

Beim bisherigen Startverfahren für Leuchtstofflampen bleibt der Zündvorgang im wesentlichen dem Wechselspiel zwischen einer Drosselspule und der Elektrodenheizung überlassen, das von einem Glimmzünder mit Bimetallkontakten gesteuert wird. Zwischen den Elektroden an beiden Enden der Lampe tritt jedoch nur dann eine ständige Gasentladung auf, wenn die Erwärmung weit genug fortgeschritten war und außerdem die Drossel im Verein mit einem Kondensator genügend Spannung geliefert hat.

Vielfach ist die Vorheizzeit jedoch zu kurz und der Spannungsstoß zu schwach, um die idealen Zündbedingungen sofort zu erzeugen. In der Regel dauert es einige Sekunden, bis die Lampe dauernd leuchtet und die Lichtsäule im Glasrohr steht. Die vorausgehenden Kaltstarts mit ungenügender Vorheizung setzen die Lebensdauer der Lampe und der Starteinrichtung spürbar herab, und außerdem wird das Flackern oft als recht störend empfunden. Deshalb neigen die Benutzer auch dazu, Leuchtstofflampen bei vorübergehender Abwesenheit nicht abzuschalten, wodurch die an sich gegebenen Möglichkeiten, Stromkosten zu sparen, verlorengehen.

Der jetzt von Siemens herausgebrachte Kaltleiter Sikafit läßt die Leuchtstofflampen dagegen ohne Flakkern aufleuchten. Das Element befindet sich mit vorbereiteten Anschlüssen in einem kleinen Kästchen (55 mm x 15 mm x 15 mm), das parallel zur Drossel geschaltet wird und etwa eine Sekunde lang verhindert, daß die Drossel Zündimpulse liefert (*Bild*). Während dieser Zeit durchfließt die Elektroden in der Lampe ein kräftiger Heizstrom.



Ein parallel zur Drossel geschalteter Kaltleiter verhindert das Flackern beim Einschalten von Leuchtstofflampen

Nach Ablauf der Sekundenfrist sind die Elektroden mit Sicherheit betriebsbereit. Der Kaltleiter hat sich inzwischen ebenfalls so weit erwärmt, daß sein Widerstand sprunghaft abnimmt und die Drossel die Leuchtstofflampe zünden kann.

Der Kaltleiter Sikafit läßt sich für Lampen mit 40 W und 65 W (notfalls auch mit 20 W) verwenden und in jede Leuchte auf einfache Weise auch nachträglich einbauen. Die zusätzliche Verlustleistung durch den Kaltleiter beträgt etwa 1 W.

Relaisfunkstellen dienen der Vergrößerung der Reichweite von tragbaren oder mobilen Funksprechgeräten. In Deutschland gibt es bereits etwa 90 UKW-Relais für Amateurfunkzwecke auf teilweise recht exponierten Standorten. Der nachfolgende Beitrag zeigt, wie die automatische Steuerung einer Relaisfunkstelle, die bisher einen erheblichen schaltungstechnischen Aufwand erforderte, von einem Mikrocomputer übernommen werden kann.

Relaisfunkstelle mit Mikrocomputer

Aufgaben der Steuerung

In Deutschland existieren für Relaisfunkstellen fest vereinbarte Normen, die zum Teil auch in den postalischen Bestimmungen über diese Art von Amateurfunkstationen verankert sind. Dazu gehört z. B., daß der Abstand zwischen Sende- und Empfangsfrequenz 600 kHz beträgt (bei den verwendeten Betriebsfrequenzen um 145 MHz bringt das schon einige Filterprobleme mit sich, um die Sendeleistung vom Empfängereingang fernzuhalten; aber den 600-kHz-Abstand haben sich die Amateure selbst eingebrockt...). Der Sender des Relais soll mit einem Tonruf (1750 Hz) eingeschaltet werden können und so lange eingeschaltet bleiben, wie die Rauschsperre des Relaisempfängers offen ist, also ein Signal empfangen wird. Wenn einige Sekunden nichts mehr empfangen wird, soll der Sender sich automatisch wieder ausschalten.

Um auch schwach ankommenden Stationen zu ermöglichen, die Relaisfunkstelle zu verwenden, besteht bei manchen Relais darüber hinaus die Möglichkeit, mit einer anderen Tonruffrequenz, meist 2135 Hz, die Rauschsperre des Relaisempfängers zu öffnen.

Gemäß den postalischen Bestimmungen muß das Relais in bestimmten Zeitabständen sein eigenes, zugeteiltes Rufzeichen (DB 0...) ausstrahlen. Zu diesem Zweck muß ein Telegrafie-Geber vorhanden sein. Früher wurde dieses Problem mit einer rotierenden, gelochten Scheibe gelöst, die fotoelektrisch abgetastet wurde; heute enthalten viele Relais integrierte Schaltungen als Rufzeichengenerator, die eine Diodenmatrix abfragen.

Bild 1 zeigt, wie eine Relaisfunkstelle prinzipiell funktioniert.

Mikrocomputer als Steuerung

Die Relais-Ablaufsteuerung und die Erzeugung des Rufzeichens lassen sich, wie die Mehrzahl der derzeit existierenden UKW-Relaisfunkstellen zeigt, mit noch vertretbarem Aufwand in herkömmlicher IS-Technik ausführen.

Eine Mikrocomputer-Steuerung hat demgegenüber zwar zunächst keine finanziellen Vorteile; sie ermöglicht aber – im Gegensatz zu einer reinen Hardware-Realisation – jederzeit eine Abänderung aller Parameter, wie Sender-Haltezeit, Rufzeichen-Geschwindigkeit, Tonhöhe oder Ablauf-Folgezeiten. Ferner besteht die Möglichkeit, auf Abruf bestimmte Informationen in Telegrafie auszustrahlen.

Für die 2-m-Relaisfunkstelle auf dem Winterberg (Nähe Waldkraiburg) wurde eine „Software"-Steuerung entwickelt, die auf dem Mikrocomputer-System „KIM-1" von MOS Technology aufbaut und die den Mikroprozessor 6502 verwendet. Da die fertig käufliche KIM-Platine bereits eine Anpaßschaltung für den Anschluß üblicher Kassettenrecorder als Speicher enthält, kann das Betriebsprogramm „zu Hause" entwickelt oder geändert werden und dann mit Hilfe einer Tonbandkassette (die sich sogar per Post verschicken läßt!) in das Mikrocomputer-System der Relaisfunkstelle auch von Nicht-Programmierern auf einfache Weise geladen werden.

Das so gespeicherte Programm kann über die ebenfalls schon auf der Platine enthaltene Hexadezimal-Tastatur jederzeit geändert werden, z. B. um einen neuen Telegrafie-Informationstext einzuspeichern oder die Rufzeichen-Wiederholzeit zu modifizieren. Das Betriebsprogramm belegt etwa die Hälfte des im KIM-1 vorhandenen RAM-Speicherplatzes, der Rest steht für spätere Erweiterungen oder auch für längere Telegrafie-Texte zur Verfügung, die mit einem speziellen Tonruf abgerufen werden können. Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, das gesamte Programm darzustellen; der grobe Ablauf ist aber aus dem Flußdiagramm (*Bild 2*) ersichtlich.

Funktionsablauf

Für den Benutzer unterscheidet sich die Mikrocomputer-Relaisfunkstelle kaum von den bisher üblichen Ausführungen. Sobald das Programm manuell über die Tastatur des Computers gestartet wurde, werden die Eingabe/Ausgabe-Leitungen auf ihre Grundstellung gebracht, wobei die Rauschsperre vom Empfänger selbst gesteuert wird und der Sender ausgeschaltet ist. Sobald ein 1750-Hz-Tonruf eintrifft, verläßt das Programm den aus einer Warteschleife bestehenden ersten Teil; der Sender wird eingeschaltet, und nach einer (programmierbaren) Verzögerungszeit wird ein kurzer Begrüßungstext ausgestrahlt, dem das Rufzeichen des Relais folgt. Letzteres wiederholt sich etwa jede Minute, solange der Sender ein-

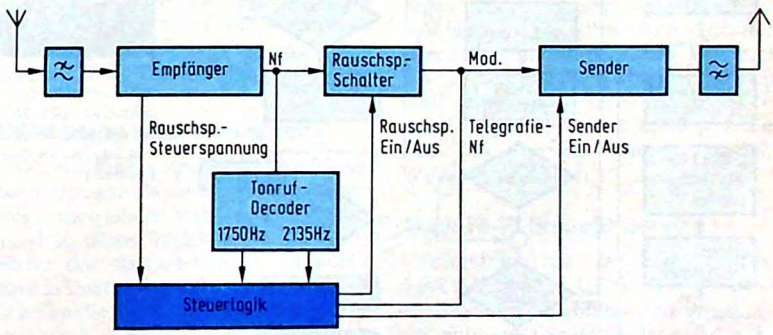


Bild 1. Prinzipaufbau einer Relaisfunkstelle. Die Steuerlogik besteht meist aus diskreten Schaltungen, wurde im beschriebenen Relais aber durch einen Mikrocomputer ersetzt

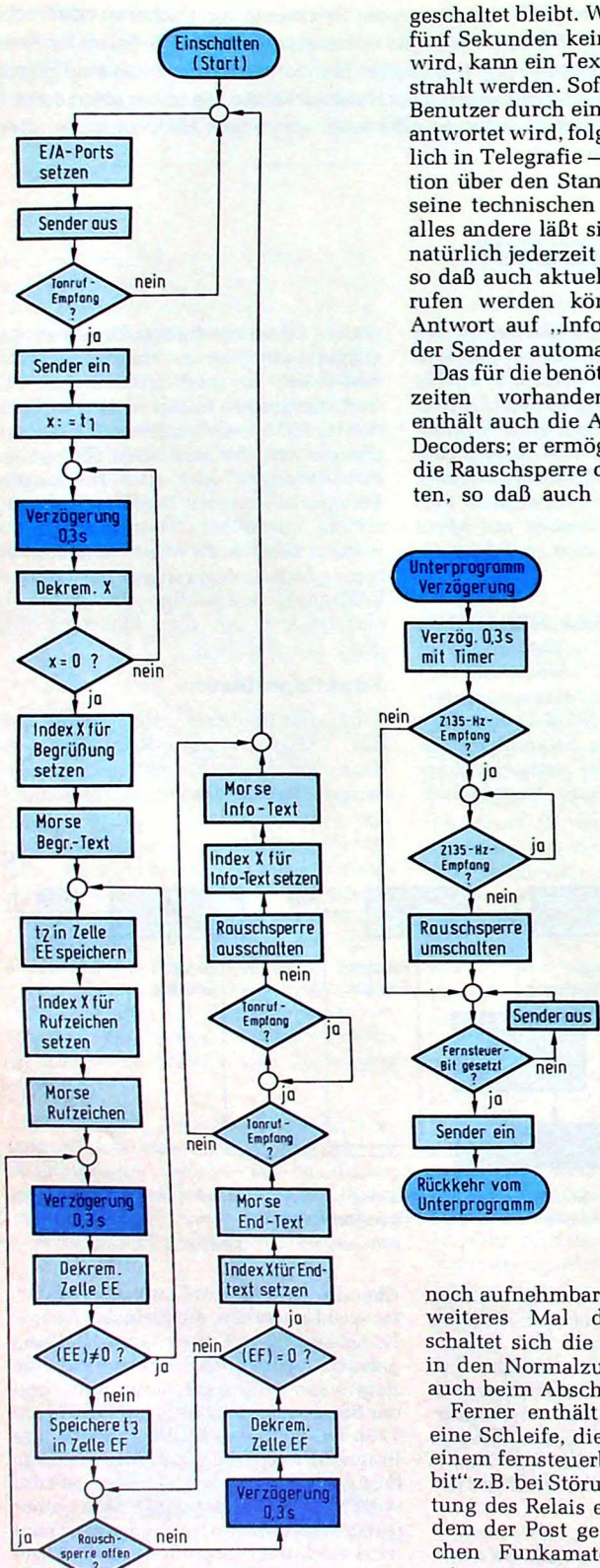


Bild 2. Flußdiagramm des Relais-Betriebsprogramms

geschaltet bleibt. Wenn länger als etwa fünf Sekunden kein Signal empfangen wird, kann ein Text wie „Info?" ausgestrahlt werden. Sofern diese Frage vom Benutzer durch einen Tonruf mit Ja beantwortet wird, folgt – wiederum natürlich in Telegrafie – eine kurze Information über den Standort des Relais und seine technischen Eigenschaften. Wie alles andere läßt sich auch dieser Text natürlich jederzeit frei programmieren, so daß auch aktuelle Meldungen abgerufen werden können. Erfolgt keine Antwort auf „Info?", so schaltet sich der Sender automatisch ab.

Das für die benötigten Verzögerungszeiten vorhandene Unterprogramm enthält auch die Abfrage des 2135-Hz-Decoders; er ermöglicht dem Benutzer, die Rauschsperre des Relais abzuschalten, so daß auch schwache Stationen noch aufnehmbar sind. Drückt man ein weiteres Mal den 2135-Hz-Tonruf, schaltet sich die Rauschsperre wieder in den Normalzustand; das geschieht auch beim Abschalten des Senders.

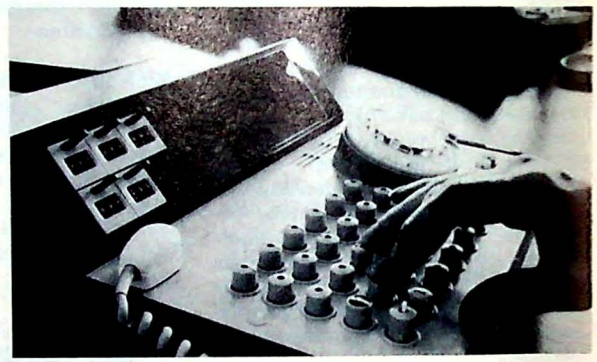
Ferner enthält das Unterprogramm eine Schleife, die in Abhängigkeit von einem fernsteuerbaren „Sender-Status-bit" z.B. bei Störungen die Fernabschaltung des Relais erlaubt; dies kann von dem der Post gegenüber verantwortlichen Funkamateur durch eine bestimmte Ton-Codierung geschehen. Die Decodierung des Codes selbst erfolgt innerhalb einer Interrupt-Sequenz.

Die Möglichkeiten auch dieses noch recht einfachen Mikrocomputer-Systems sind mit diesem Relais-Betriebsprogramm keinesfalls ausgeschöpft; andererseits muß man bedenken, daß eine Relaisfunkstelle für Funkverbindungen da ist und daher nicht zu viele „Spielmöglichkeiten" bieten sollte.

Herwig Feichtinger

Lehranlage für blinde Telefonisten

Von den etwa 60 000 Blinden, die es in der Bundesrepublik Deutschland gegenwärtig gibt, sind 12 000 berufstätig, davon 2000 als Telefonisten, da sich diese Tätigkeit für Sehbehinderte besonders eignet. Zur Ausbildung blinder Menschen als Telefonisten entwickelte Siemens die sogenannte Gruppen-



▲ Schülerplatz der Lehranlage GLG 78 für die Ausbildung von Blinden als Telefonisten

lehr-Geberanlage GLG 78, bei der an ein Lehrgerät bis zu acht Schülerplätze anzuschließen sind (*Bild*).

Die GLG 78 besteht aus einer speziell auf diesen Zweck abgestimmten ESK-Zentrale, einem steuernden Lehrbediengerät und maximal acht Schülergeräten, die als simulierte Vermittlungsplätze ausgebildet sind. Alle in der Praxis vorkommenden Vermittlungsvorgänge lassen sich mit der Anlage individuell oder kombiniert üben. Die übliche optische Anzeige ist am Schülerplatz – wie an jedem Blindenvermittlungsfernsprecher – durch akustische Hinweise sowie durch dünne Stifte ersetzt, die aus den Tasten heraustreten und dadurch die mit den Fingerkuppen erfühlbare jeweilige Funktion signalisieren. Bei der GLG 78 wurde die Reaktion auf Bedienungshandgriffe des Schülers weitgehend automatisiert, wodurch sich der Lehrbetrieb für den Ausbilder wesentlich vereinfacht; er kann sich somit ganz auf die Unterstützung des angehenden Telefonisten konzentrieren und dessen Orientierungsvermögen und Reaktionsgeschick stärken sowie seine Fingerfertigkeit und sprachliche Wendigkeit schulen.

Brief aus den USA

Hi-Fi als Möbel

Die Hi-Fi- und Stereo-Fans in den USA sind in der gegenwärtigen Saison mit einer solchen Fülle von Neuheiten überschüttet worden, daß es auch dem professionellen Beobachter schwerfällt, einen Überblick zu gewinnen – dem Publikum ist es schier unmöglich geworden. So werden zum Beispiel zur Zeit zwischen 170 und 200 Lautsprechertypen angeboten. Rund 70 Hersteller bieten 230 Verstärkertypen an. Ähnlich sieht es bei den anderen Komponenten aus.

Kompakt- oder Kombinationsgeräte europäischer Art werden, obwohl sie für die Bewohner der kleinen Apartments eigentlich die vernünftigere Lösung wären, kaum beachtet. Die Erklärung ist einfach: Die Amerikaner sehen Geräte der Unterhaltungselektronik als Möbel und Einrichtungsgegenstände an. Je größer und klotziger die Gehäuse (das ist bei den Fernsehstandgeräten Tradition) und je mehr Holz, möglichst in barockem Styling, desto höher wird das Gerät als Bereicherung der Zimmerausstattung eingestuft. Erst seit relativ kurzer Zeit hat der Funktionalismus der neueren Hi-Fi-Komponenten bei einem kleinen Publikumssegment hier Wandel geschaffen. Die Racks oder „Türme" kommen dem Wunsch nach möglichst großem Volumen entgegen, und wenn es seit etwa einem Jahr einen Trend zur „Integration", das heißt zur Zusammenfassung von Vor- und Endverstärkern oder Empfängern und Verstärkern gibt, dann geschieht das aus purer wirtschaftlicher Notwendigkeit.

Die sogenannten Audiophilen, also die eigentlichen Bahnbrecher für neue Hörgewohnheiten, sind nicht so zahlreich, daß sie mit Großserien, wie man sie von den Fernsehempfängern her gewohnt ist, bedient werden könnten. Ihnen steht das Durchschnittspublikum gegenüber, für das Hi-Fi erst jetzt zur alltäglichen Selbstverständlichkeit wird. Das mag dazu beigetragen haben, daß Weihnachten 1977 Hi-Fi sehr großzügig und ohne langen Blick auf das Preisschild eingekauft wurde.

Boxen: Fortschritt tropfenweise

Technisch interessantes konzentriert sich aber nach wie vor auf diejenigen Komponenten, die sehr genau auf die Audiophilen und ihren akustischen Perfektionismus abgestimmt sind. Bei den Lautsprechern als immer noch schwaches Glied in der Wiedergabe-Kette rührt sich erfreulicherweise wieder etwas. Elektrostaten werden zum Beispiel von Koss in einem Hybridsystem eingesetzt, das bis zu 37 Hz herunterreichen soll (und mit einem Kalottensystem bis 19 000 Hz). Sub-Woofer, also Tiefstöner für Frequenzen unter 70 Hz, finden als getrennte Einheiten Interesse. Sie werden als dritte Komponenten zwischen den Links/Rechts-Boxen aufgestellt, mit einem kombinierten L/R-Signal gespeist und man vertraut darauf, daß dabei keine Richtungsinformation verlorengeht. Die sogenannten phasenkohärenten Boxen, bei denen man die Hochtöner etwas von der Boxenfront weg nach hinten verlegt hat – 1976/1977 ein Hit – in dieser Saison treten sie in den Hintergrund.

Bei den Verstärkern setzt sich, wenigstens in der Spitzenklasse, der Trend zu getrennten Stromversorgungen für die beiden Kanäle fort. Noch mehr Bedeutung scheint den neuen Verstärkerklassen zuzukommen (man ist inzwischen im Alphabet bei „G"- und „H"-Verstärkern angelangt), bei denen man entweder, je nach Pegelverlauf, zwischen zwei verschieden dimensionierten Leistungsstufen hin- und herschaltet oder aber zur Erzielung eines besseren Leistungswirkungsgrades zwischen zwei Stromversorgungen normaler oder hoher Leistung. Das wirkt sich wohltuend auf Wärmeentwicklung und Dimensionierung aus (vergl. FUNKSCHAU 5/78, S. 177).

UKW-Dolby setzt sich durch

Die Empfänger sind in den USA jetzt noch mutiger als zuvor auf Digitalanzeige umgestellt worden, aber man hinkt in dieser Hinsicht immer noch hinter der entsprechenden Entwicklung in Deutschland her. Ebenso setzen sich Kanalspeicher oder gar die Einstellung nach Stationsnamen (vier Buchstaben), die seit über einem Jahr ein Einzelfall geblieben ist, nur sehr zögernd durch. Auf der anderen Seite scheint man in den USA mehr als in Europa den Signalverfälschungen, die durch · Mehrwegeempfang entstehen können, größere Aufmerksamkeit zu widmen. Ein Beispiel dazu, ein Gerät mit kleiner Elektronenstrahlröhre, wurde schon in der FUNKSCHAU beschrieben (Heft 6/78, S. 217). Die Zahl der mit Dolby arbeitenden UKW-Stationen nimmt zu, und wie gewohnt haben am kräftigsten und schnellsten die japanischen Hersteller auf diesen neuen Trend reagiert. „Dolby FM"-Schalter sind zwar noch eine Ausnahme, aber ihre Zahl hat deutlich zugenommen.

Plattenqualität auch in den USA mangelhaft

Bei den Plattenspielern und den Tonarmen können sich europäische Markennamen in den USA (Dual mit hohem Bekanntheitsgrad) auch in dieser Saison beim Publikum und nicht nur bei den Redakteuren der Spezialzeitschriften gut durchsetzen, wobei es allerdings aber kaum noch möglich scheint, die Grenzwerte für Auflagegewicht, Tracking und Gleichlauf entscheidend zu verbessern. Die viele Mühe, die in den Labors der Phonogeräteindustrie aufgewendet wird, hat es speziell in den USA mit einem regelrechten „Feind" zu tun – die Zeitschriften sind voll von bitteren Klagen über die Qualität der Schallplatten. Es hat sich eine Gruppe von Plattenfreunden organisiert, die mit gezielten Kampagnen die Plattenproduzenten dazu zwingen will, wenigstens die gröbsten Mißstände abzustellen. Die Missetäter findet man vorzugsweise am Rand der Szene – Welligkeit der Plattenoberfläche, mechanische Fehler schon an der Matrize, falsche Etiketten, vertauschte Cuts bei den LPs erregen Zorn.

Indirekt profitieren dabei die Direktschnitt-Schallplatten. Sie werden, so zeigt sich jetzt, zwar ihre Außenseiterposition in den USA beibehalten, aber das Angebot nimmt zu. Die Mini-Auflagen haben bisher verhindert, daß Aufnahmen mit attraktiven Künstlernamen zustandekamen. Das kann sich aber in den nächsten Monaten ändern, weil die Preise für die „direct-to-disc"-Aufnahmen in die Höhe schießen. Das Reizwort „Rarität" beginnt Wirkung zu zeigen.

Auch Hi-Fi braucht Service

Schließlich hat die jüngste Zeit in den USA gezeigt, daß Hi-Fi zunächst in den höheren Qualitäts- und Preisklassen sich vom Gerätehandel nicht mehr wie bisher mit der linken Hand verkaufen läßt. In den lokalen Tageszeitungen taucht in den Inseraten der spezialisierten Hi-Fi-Studios immer häufiger der Hinweis auf „Wir messen Ihre Anlage in Ihrem Heim fachgerecht ein". Service und Dienstleistungen sind in der amerikanischen Heimelektronik bisher, weil kostenintensiv und preistreibend, in der Regel schlimm vernachlässigt worden. Im Sektor Hi-Fi scheint man aber nun eine Kehrtwendung machen zu müssen. Equalizer zur Entzerrung der Raumakustik stehen zwar zur Verfügung, aber eine wachsende Zahl der Anlagenkäufer in den USA verzichtet gern (gegen Aufpreis) auf eine Betätigung als Do-it-yourself-Akustiker.

A. C.

Prof. Walter Bruch

Von der Tonwalze zur Bildplatte

100 Jahre Ton- und Bildspeicherung

Die aus Zinkblech bestehende Platte, an der Oberfläche fein poliert, wurde vor der Aufnahme in eine dünnflüssige Lösung von Wachs in Benzin getaucht, so daß nach dem Abtrocknen und Verdunsten des Lösungsmittels auf der Zinkoberfläche die gewünschte dünne Wachsschicht verblieb.

Im Aufnahmeapparat (*Bild 56*) war der Plattenteller mit einem geschlossenen Blechrand versehen, so einen flachen Becher bildend, der mit einer Flüssigkeit – Wasser und Alkohol – gefüllt wurde. Der Schneidstichel, eine Nadel mit Platiniridiumspitze (Füllhalterspitze) hätte in Luft das weggekratzte Wachs in Klümpchen vor sich hergeschoben und das Schneiden einer gleichmäßig breiten Spur verhindert. Die sich drehende, ausreichend unter der Flüssigkeitsoberfläche liegende Platte bewegte die Lösung so, daß die Wachsteilchen von der Schneidstelle weggeschwemmt und sich, den Schneidvorgang nicht mehr behindernd, an der Flüssigkeitsoberfläche sammelten. Die fertig geschnittene Platte wurde in ein Ätzbad gegeben, eine 3%ige Chromsäurelösung. Nach zehn Minuten war eine Furche ausreichender Tiefe in die Metalloberfläche geätzt. Damit war die abspielbare Platte fertiggestellt.

Abgespielt wurde mit einer verhältnismäßig dicken Nadel, an der Kuppe verrundet, damit die Rille nicht ausgeschliffen und nur langsam aufgerauht wurde. Es sei noch einmal betont: Noch lieferte jede Aufnahme nur eine einzige Platte. Während dieses Entwicklungsstandes lag es noch in Berliners Absicht, Zentralstellen einzurichten, an welchen jedermann seine Stimme aufnehmen konnte, um dann durch Übersenden der aufgenommenen Platte die fernweilenden Angehörigen im wahrsten Sinne „etwas von sich hören zu lassen". Beim Abspielen verursachten diese Zinkplatten, deren Furchen sich schnell aufrauhten, im Vergleich zu den Wachswalzen ein sehr hohes Nebengeräusch. Abhilfe versprach eine Kopie auf einem glatteren Material, außerdem war es für die Einführung von Musikprogrammen unbedingt erforderlich, von einer Aufnahme über einen Kontaktkopierprozeß viele Kopien machen zu können.

Schon in seinem ersten Patent hatte Berliner vorgeschlagen, von der „Master"platte galvanisch ein Kupfernegativ herzustellen und davon Abdrücke in erwärmtem Siegellack zu machen [35]. Das war natürlich nur eine Idee. Erste Kopien gelangen ihm in Zusammenarbeit mit J. W. Hyatt, einem der Miterfinder des Celluloids, in diesem Material. Auch eine solche Platte wird im Washington Museum aufbewahrt. Doch Celluloid, für Edisons Walzen sich durchaus bewährend, war für die Platte ungeeignet, beim Abspielen zeigte es sich als zu wenig widerstandsfähig gegen die verhältnismäßig starre Nadel. Bald wurde dieses Vervielfältigungsverfahren wieder aufgegeben. Danach wandte sich Berliner Hartgummi zu, das angewärmt sich in die Matrize drücken ließ und erkaltet eine gewisse Härte versprach. 1895 war das Verfahren der Pressung in Hartgummi so weit gediehen, daß man diese Platten auf den Markt bringen wollte. Doch es gab so viele Ausfälle, daß man nach einem geeigneteren Material suchen mußte.

Jetzt erinnerte sich Berliner an die mit Schellack gebundene Masse, die bei der Bell Gesellschaft schon seit Jahren für die Herstellung der Ohrmuscheln der Telefone verwendet wurde. Eine dem Verwendungszweck angepaßte ähnliche Masse ließ sich unter hohem Druck gut zu Platten pressen. Der Schellack hatte den Vorteil, daß er beim Pressen an die Oberfläche trat und dort eine „lackierte" glatte Oberfläche erzeugte, über die die Nadel leicht glitt, ohne größere Geräusche zu machen. Damit konnte man ab 1897 gute Platten in Serie herstellen.

Noch etwas mehr zu dieser Preßmasse, die mit Abwandlungen bis vor etwa 20 Jahren verwendet wurde. Sie bestand aus einer Komposition von feingemahlenen Mineralien, wie Schwerspat und Schiefermehl, der Ruß für die Schwärzung und Schellack als Bindemittel zugegeben war. Die Feinheiten der Zusammensetzung waren ein streng gehütetes Geheimnis jedes Herstellers. Ohne Ruß wären die Scheiben scheckig und unansehnlich geworden und hätten sich nicht so gut verkaufen lassen. Aus Schellack wurden vor der Kunststoffzeit die meisten Lacke hergestellt; er kam aus Indien, gefunden als Produkt eines Insektenstiches auf den Zweigen, wie bei uns die Galläpfel auf den Eichenblättern. Die Konsistenz der erwärmten Preßmasse hatte so zu sein, daß in ihr sich die feinsten Rillen von der Negativmatrize eindrücken ließen.

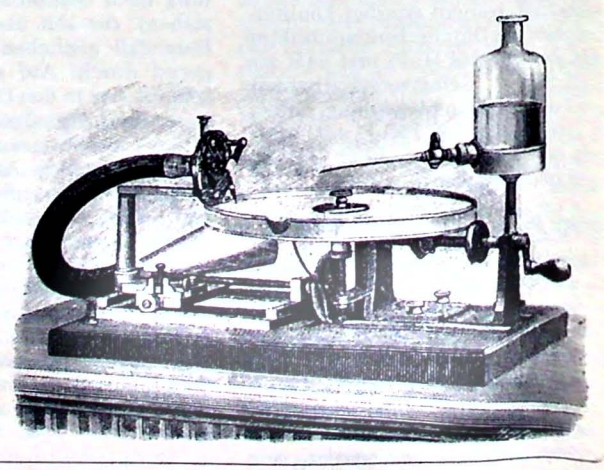


Bild 56. Berliners verbesserte Aufnahmeapparatur für die mit einer Wachsschicht überzogenen Zinkplatten, in die die Rillen dann eingeätzt wurden (1888)

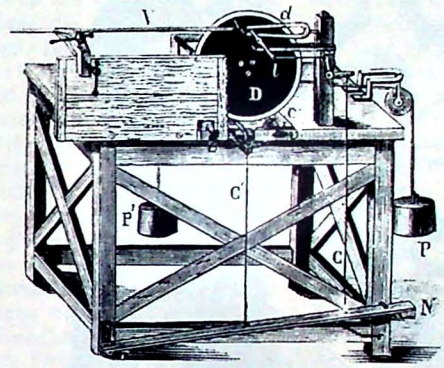
Sauber mußte sich die Matrize abheben lassen, auch nicht das feinste Teilchen durfte in den Rillen zurückbleiben. Von der erkalteten fertigen Platte wurde größtmögliche Härte verlangt, damit sie sich nicht so schnell abnutzte, dabei hatte die Oberfläche so glatt wie möglich zu sein, damit die Nadel ohne Reibung in der Rille gleiten konnte. Die Schellackplatte war im Gegensatz zu unserer heutigen Kunststoffschallplatte zerbrechlich. – Unangenehm wurde ich wieder daran erinnert, als mir auf dem Flohmarkt eine eben erworbene seltene Platte im Gewühl zerdrückt wurde.

Die ersten „Plättchen" hatten 5 Zoll Durchmesser, also etwa 12,5 cm und waren einseitig bespielt.

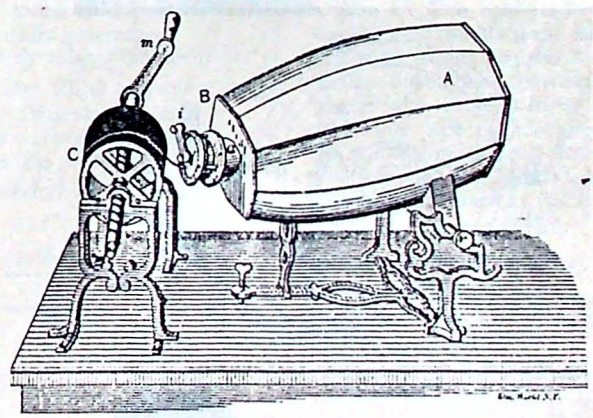
Jetzt hatte man brauchbare Platten, aber der Spieler war ein vornehmeres Spielzeug. Solange man Musik wollte, mußte man drehen und das nach Vorschrift so, daß die Platte ziemlich genau 70 Umdrehungen in der Minute machte. Von der ganzen Ausbildung fehlte Berliner das Rüstzeug zum Konstrukteur, wie z. B. Tainter einer war. Für die Durchentwicklung seiner Spieler mußte er sich nach einer geeigneten Werkstatt mit einem begabten Meister umsehen. Der Zufall führte ihn zu Eldridge R. Johnson, Besitzer einer kleinen Werkstatt in Camden. Das war eine Sternstunde in der Geschichte des Grammophons. Zunächst baute und entwickelte Johnson einen Federwerksmotor für Berliners Geräte, genügend klein und genügend leise. 1896 kann man schon 20 Geräte mit Federwerk ausliefern. Johnson, der alles hat, was Berliner fehlt, Konstruktionserfahrung und Geschäftstüchtigkeit, nimmt sich der Schallplatte an. Er beginnt etwa 1898 mit eigenen Entwicklungen.

Wer ist der Erfinder der Schallplatte?

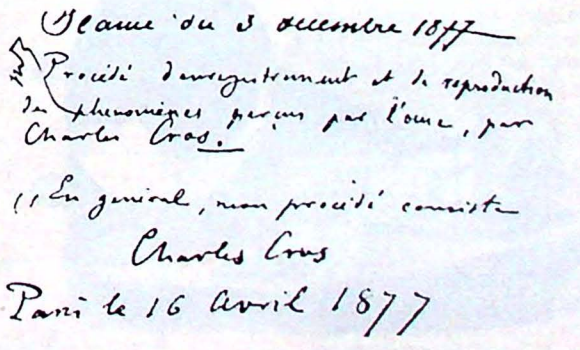
Um **1840** könnte der Franzose Wertheim eine erste Anregung dazu gegeben haben.



1857 hat Léon Scott Sprache in Seitenschrift aufgezeichnet. Wenn er auch noch eine Walze benutzt hat, so ging doch von seiner Erfindung [40] die Grundidee für die Aufzeichnungsart aus.



1877 vereinigte Charles Cros die Ideen von Wertheim und Scott als Aufnahmemethode für eine Schallplatte, die er abspielbar erhalten wollte über einen fotogalvanoplastischen Prozeß. Es war jedoch nur eine *Idee*, die er in seinem Brief bei der Akademie in Paris hinterlegte [40].


Séance du 3 décembre 1877

Procédé d'enregistrement et de reproduction des phénomènes perçus par l'ouïe, par Charles Cros.

Le général, mon procédé consiste

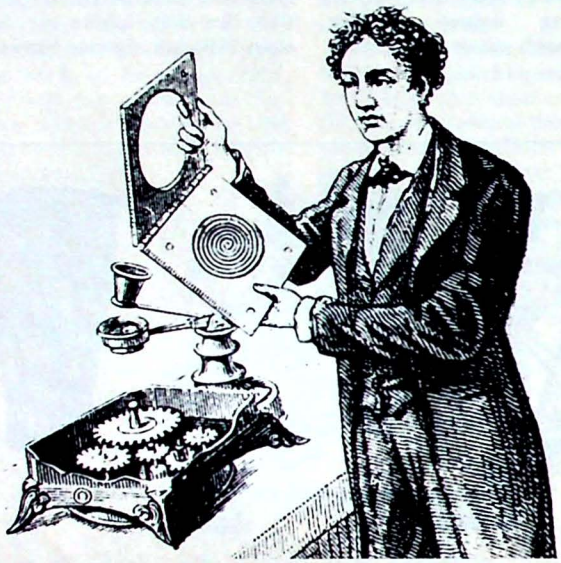
Charles Cros

Paris le 16 Avril 1877

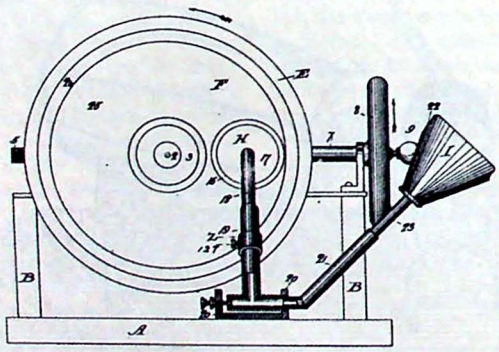
Ihm ist ganz klar, daß das Rauschen, von der Zinkplatte als Master kommend, weg muß. Deshalb ließ er für die Transversalschrift auch das Schneiden in Wachs entwickeln, und von Edison lernt man, wie man aus einem Wachsmaster ein Metallnegativ machen kann. Etwa ab 1902 werden die Platten in Wachs geschnitten. Als Berliner mit seiner ersten Firma am Ende ist, gründet Johnson 1900 eine eigene, die am 3. Oktober 1901 in Victor Talking Machine Company*) umfirmiert wird und, nachdem sie an die RCA angeschlossen wurde, heute RCA-Victor heißt. Johnson hatte von Anfang an Erfolg, er verschaffte in Amerika der Schallplatte den Durchbruch.

*) Berliner operiert mit seinen Patenten in Amerika nicht günstig, ihm fehlen die Mittel, aber auch kaufmännische Erfahrungen. Es kommt ein Tag, an dem er seine eigenen Geräte nicht mehr bauen darf. Auf solche Aspekte einzugehen, muß sich der Verfasser versagen. Nur europäische Firmen werden gelegentlich genannt, wenn ohne sie der technische Fortschritt anders verlaufen wäre. Zu einem merkwürdigen Patent über das Schneiden der Berlinerplatten in Wachs wird noch Stellung genommen werden.

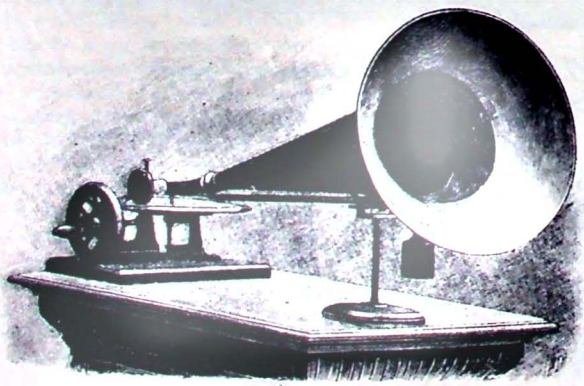
(Fortsetzung folgt)



1878 wurde Edison die erste Schallplatte in Tiefenschrift patentiert. Die empfindliche Folie sollte in einer Hülle auf den Spieler gelegt werden. Erstaunliche Parallele zur Folienbildplatte! Das Versuchsgerät arbeitete nicht zufriedenstellend [41]. Vergl. auch Bild 21, 2. Folge.



1884 wurde vom Bell und Tainter die erste abspielbare Platte aus festem Material (Pappe mit Wachsschicht) geschnitten und abgespielt [42].



1887 hat Emile Berliner die ersten Platten aus Metall in Seitenschrift (fälschlicherweise: Berlinerschrift) hergestellt und 1888 vorgeführt [35]. 1888 erfand er die geätzte Zinkplatte.

1895 kamen von Berliner dann die ersten gepreßten Schellackplatten. Die Platte als Massenprodukt konnte auf den Markt kommen. Der Werdegang einer Erfindung war in erster Phase abgeschlossen!

Der Allein-Erfinder der Schallplatte ist Berliner demnach nicht! Aber er war derjenige, der einen Entwicklungsgang vollendete. Er führte die Musikschallplatte ein und wurde zum Vater des Massenmediums Schallplatte.

Horst Pelka:

Praxis mit Mikroprozessoren

19. Teil

Ein elektronisches Würfelspiel läßt sich mit einem Programm von 35 Bytes realisieren. Zur Anzeige der Zahl werden sieben Lumineszenzdioden benötigt.

Elektronisches Würfelspiel

Sie sind ähnlich wie bei einem Würfel angeordnet (*Bild 57*), nur daß hier die 2 und die 3 nicht diagonal anzeigen, sondern senkrecht. Die mittlere Lumineszenzdiode ist der Eins, die mittleren beiden Rand-Lumineszenzdioden sind der Zwei und die äußeren Lumineszenzdioden der Vier zugeordnet. Entsprechend den Binärzahlen können jetzt aus der 1, 2 und 4 die Zahlen 1 bis 6 zusammengesetzt werden. Die Schaltungen finden Sie in *Bild 58*. Entsprechend der Wertigkeit sind die Lumineszenzdiode für die 1 an die Klemme P_{A0}, die beiden Lumineszenzdioden für die Wertigkeit 2 an die Klemme P_{A1} und die vier Lumineszenzdioden für die Wertigkeit 4 an die Klemme P_{A2} angeschlossen. Da der Ein/Ausgabe-Baustein SAB 8255 nicht vier Lumineszenzdioden gleichzeitig an einer Klemme treiben kann, sind für alle drei Klemmen Emitterfolger vorgesehen, an die dann jeweils ein, zwei oder vier Lumineszenzdioden über Vorwiderstände 150 Ω angeschlossen sind. Ferner ist eine Taste an die Klemme P_{C0} angeschlossen. Bei nicht gedrückter Taste liegt die Klemme über einen Vorwiderstand 4,7 kΩ an H-Pegel, jeweils beim Drücken der Taste liegt dann an der zugehörigen Klemme L-Pegel.

Programm

Wollen wir unsere bisherigen Programme „Seeschlacht" und „Reaktionstest" einschließlich Verzögerungsprogramm beibehalten, so sind die Speicherstellen bis einschließlich Speicherplatz ØØBE besetzt. Das neue Programm könnte also am Platz ØØBF beginnen; diesen lassen wir aber frei und beginnen das Programm erst an der nächsten Stelle mit Platz ØØCØ (*Bild 59*).

Damit der Mikroprozessor an diese Stelle kommt, programmieren wir in den ersten drei Speicherstellen einen Sprungbefehl. Es stehen also auf der Adresse ØØØØ die Daten C3, auf der Adresse ØØØ1 die Daten CØ. Auf der Adresse ØØØ2 kann die ØØ bleiben.

C3 ist der Code für einen unbedingten Sprung, CØ ist das niederwertige Byte der Sprungadresse, die ØØ das höherwertige Byte der Sprungadresse. Bei Verwendung des CMOS-RAMs können wir ganz einfach mit unserem Modul für direkten Speicherzugriff die drei Stellen umprogrammieren. Wollen wir wieder das Spiel „Seeschlacht" und den Reaktionstest benutzen, so sind die ersten beiden Speicherstellen wieder auf ØØØØ zurückzuprogrammieren.

Steht das Programm in einem REPROM, wird das C-MOS-RAM für den Sprung zuhilfe genommen.
Das geschieht folgendermaßen:

- Umschalter (Bild 22) auf C-MOS-RAM als Programmspeicher
- Adresse wie oben einlesen
- Schalter Einzelschritte auf „Single Step" (Bild 3)
- Reset-Taste drücken
- Taste „Step" 3mal drücken, bis Adresse ØØCØ angezeigt wird
- Umschalter (Bild 22) auf REPROM als Programmspeicher
- Schalter Einzelschritte öffnen

Damit befinden wir uns im Programmbereich des Würfelspieles.

In *Bild 60* finden wir das Flußdiagramm. Mit den ersten beiden Operationen wird das Steuerwortregister des Ein/Ausgabe-Bausteines SAB 8255 programmiert. Dann folgt eine Schleife, ob die Taste gedrückt wurde. Wurde die Taste gedrückt, wird in das Register B die Zahl ØØ eingeschrieben. Es folgen dann zwei ineinandergreifende Schleifen. Bei jedem Durchlauf wird das Register B um eins erhöht. In der größeren Schleife wird jedesmal die Taste abgefragt. War diese Taste nicht mehr gedrückt, wird der Akkumulator mit dem Inhalt des Registers B geladen. Dieser Inhalt kann sich zwischen 1 und 6 bewegen. In einer Ausgabeoperation wird der Inhalt des Akkumulators auf dem Kanal A ausgegeben, als nächstes folgt ein Sprung wieder zur Abfrage der Taste.

Eine kleinere Schleife bewirkt, daß das Register nur bis sechs zählen kann. Hat nämlich das Register B den Inhalt sieben bekommen, bewirkt ein Vergleich und anschließender Sprungbefehl einen Sprung zur Speicherstelle ØØCB. Der dort stehende Befehl lädt das Register wieder mit ØØ, da bei dem Würfelspiel nur Ziffern zwischen eins und sechs vorkommen dürfen.

Programmbeschreibung

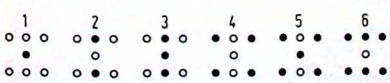
Mit dem ersten Befehl wird die Sedezimalzahl 81 in den Akkumulator geladen. Er steht auf
Adresse ØØCØ mit Daten 3E und
Adresse ØØC1 mit Daten 81.

Als nächstes wird der Inhalt des Akkumulators in das Steuerwortregister des Ein/Ausgabe-Bausteines geschrieben. Die Adresse des Steuerwortregisters ist EF. Dieser Befehl steht auf
Adresse ØØC2 mit Daten DB und
Adresse ØØC3 mit Daten EF.
Die Ausgabe erfolgt auf
Adresse EFEF mit Daten 81.

Das Steuerwort 81 H bedeutet, daß der Ein/Ausgabe-Baustein im Mode Ø arbeitet, wobei die Kanäle A und B als Ausgabe-Kanäle, der Kanal C als Eingabe-Kanal konfiguriert ist. Der Kanal C hat die Adresse EE. Als nächstes wird abgefragt, ob die Taste TA_0 gedrückt ist.

Bauteileliste

3	Transistoren BC 238	(Siemens AG)
7	Lumineszenzdioden LD 52	(Siemens AG)
7	Widerstände 150 Ω	
1	Widerstand 4,7 kΩ	
1	einpolige Taste	



● LED brennt
○ LED brennt nicht

Bild 57. Zusammensetzung der Würfelzahlen 1 bis 6 aus den sieben Leuchtpunkten

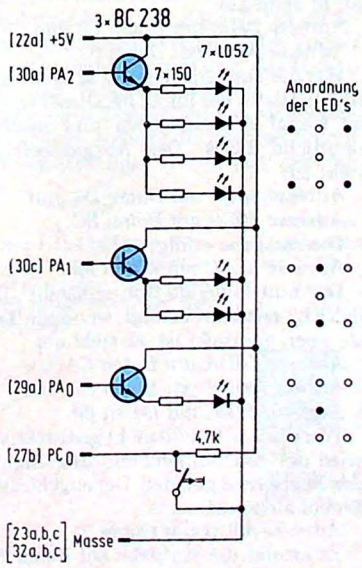


Bild 58. ▶
Anschaltung der Lumineszenzdioden und Tasten an den Ein-Ausgabebaustein SAB 8255. Rechts: Zuordnung der LED zu den Leuchtpunkten

Dies erfolgt mit einer Eingabe, der zugehörige Befehl steht auf
Adresse ØØC4 mit Daten DB und
Adresse ØØC5 mit Daten EE.
Es erfolgt nun die eigentliche Eingabe auf
Adresse EEEE mit Daten Ø1,
wenn die Taste nicht gedrückt ist.

Dies kommt daher zustande, weil normalerweise die Klemme P_{C0} auf H-Pegel liegt, also die äquivalente Binärzahl Ø1 angezeigt wird. Das Herausfinden, ob die Taste gedrückt ist, erfolgt mit dem Maskierungsbefehl ANI Ø1 H. Er steht auf
Adresse ØØC6 mit Daten E6 und
Adresse ØØC7 mit Daten Ø1.

Ist die Taste TA_0 nicht gedrückt, bleibt im Akkumulator an der niederwertigsten Stelle ein H stehen. Der Inhalt des Akkumulators ist also nicht Ø, der nachfolgende Sprungbefehl „Springe, wenn der Inhalt des Akkumulators nicht Null ist" („JNZ Start") führt das Programm dann wieder auf die Speicherstelle ØØC4 zurück. Dieser Sprungbefehl steht auf.
Adresse ØØC8 mit Daten C2,
Adresse ØØC9 mit Daten C4 und
Adresse ØØCA mit Daten ØØ.

Bei dieser Gelegenheit soll daran erinnert werden, daß Adressen beim System 8080 immer zuerst mit dem niederwertigen Byte und dann mit dem höherwertigen Byte geschrieben werden. War die Taste gedrückt, wird der letzte Sprungbefehl nicht ausgeführt; das Programm geht also weiter zu
Adresse ØØCB mit Daten Ø6 und
Adresse ØØCC mit Daten Ø1.

Dieser Befehl bewirkt, daß in das Register B die Zahl ØØ eingeschrieben wird. Der nächste Befehl erhöht die im Register B stehende Zahl jeweils um eins. Er steht auf
Adresse ØØCD mit Daten Ø4.

Nunmehr muß sichergestellt werden, daß die Erhöhung nur bis Ø6 erfolgt, es wird also das Register B mit der im Akkumulator stehenden Zahl Ø7 verglichen. Ergibt dieser Vergleich eine Übereinstimmung, erfolgt ein Rücksprung zur Adresse ØØCB, auf der der Befehl zum Einschreiben der ØØ in Register B steht. Dieser Vergleich umfaßt zwei Befehle, nämlich einmal das Einschreiben in den Akkumulator und das zweite Mal den eigentlichen Vergleichsbefehl „CMP B". Diese Befehle stehen auf
Adresse ØØCE mit Daten 3E,
Adresse ØØCF mit Daten Ø7,
Adresse ØØDØ mit Daten B8.

Der nun folgende bedingte Sprungbefehl „JZ EINS" steht auf
Adresse ØØD1 mit Daten CA,
Adresse ØØD2 mit Daten CB und
Adresse ØØD3 mit Daten ØØ.

```
ISIS  8080   MACRO ASSEMBLER,  V1.1 PAGE 1

ØØCØ                          ORG   ØØCØ
ØØCØ  3E81          WUERF:    MVI   A,81 H
ØØC2  D3EF                    OUT   EF
ØØC4  DBEE          START:    IN    EE
ØØC6  E6Ø1                    ANI   Ø1H
ØØC8  C2 C4ØØ                JNZ   START
ØØCB  06ØØ          EINS:     MVI   B,ØØ
ØØCD  Ø4            INKRE:    INR   B
ØØCE  3EØ7                    MVI   A,Ø7H
ØØDØ  B8                      CMP   B
ØØD1  CACBØØ                  JZ    EINS
ØØD4  DB EE         STOP:     IN    EE
ØØD6  E6Ø1                    ANI   Ø1H
ØØD8  D3EC                    OUT   EC
ØØDA  CACDØØ                  JZ    INKRE
ØØDD  78                      MOV   A,B
ØØDE  D3EC                    OUT   EC
ØØEØ  C3C4ØØ                 JMP   START
ØØCØ                          END
```

▲ Bild 59. Programm für das Würfelspiel. Links steht der Maschinencode, rechts der mnemonische Assemblercode

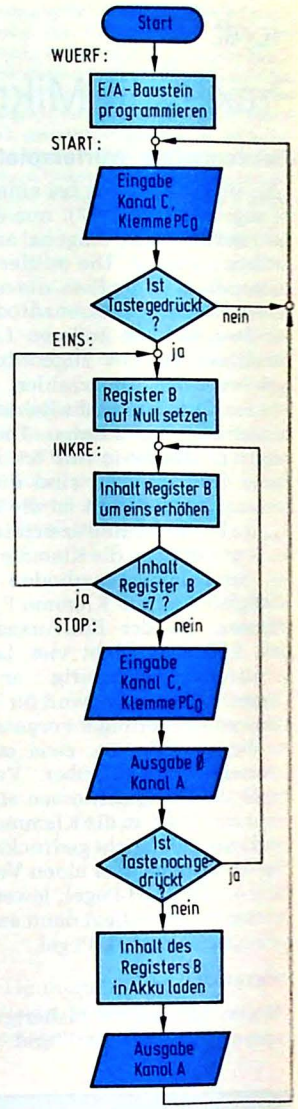


Bild 60. ▶
Flußdiagramm für das Würfelspiel

Es folgt nunmehr eine Eingabe, bei der abgefragt werden soll, ob die Taste noch geschlossen ist. Die Eingabe steht auf
Adresse ØØD4 mit Daten DB und
Adresse ØØD5 mit Daten EE.
Es folgt der Eingabevorgang auf
Adresse EEEE mit Daten Ø1,
wenn die Taste losgelassen ist, bzw. ØØ, wenn die Taste noch gedrückt ist. Der Maskierungsbefehl „ANI Ø1 H" stellt fest, ob die Taste noch gedrückt ist. Er steht auf
Adresse ØØD6 mit Daten E6 und
Adresse ØØD7 mit Daten Ø1.

War die Taste noch gedrückt, steht im Akkumulator der Inhalt ØØ. Dieser wird im Kanal A ausgegeben und löscht sämtliche LEDs. Der Ausgabebefehl steht auf
Adresse ØØD8 mit Daten D3 und
Adresse ØØD9 mit Daten EC.
Die Ausgabe erfolgt auf
Adresse ECEC mit Daten ØØ.

Der nun folgende Sprungbefehl „JZ INKRE" wird nur befolgt, wenn die Taste noch gedrückt ist. Er steht auf
Adresse ØØDA mit Daten CA,
Adresse ØØDB mit Daten CD und
Adresse ØØDC mit Daten ØØ.

War die Taste nicht mehr gedrückt, so wird der Akkumulator mit dem Inhalt des Registers B geladen. Der zugehörige Befehl steht auf
Adresse ØØDD mit Daten 78.

Es erfolgt die Ausgabe auf Kanal A, der die Adresse EC hat. Der Befehl steht auf
Adresse ØØDE mit Daten D3 und
Adresse ØØDF mit Daten EC.

Die Ausgabe auf Adresse ECEC kann jetzt Daten zwischen Ø1 und Ø6 haben. Dies hängt vom Zufall ab, zu welchem Zeitpunkt die Taste losgelasen wurde, also welchen Inhalt jetzt unser Würfel ausgibt. Um wieder neu würfeln zu können, erfolgt ein unbedingter Sprung zur Startadresse ØØC4. Dieser Befehl steht auf
Adresse ØØE0 mit Daten C3,
Adresse ØØE1 mit Daten C4 und
Adresse ØØE2 mit Daten ØØ.

Vergleichsweise finden Sie in [8] einen elektronischen Würfel, der mit festverdrahteter Logik realisiert ist.

(Fortsetzung folgt)

Literatur

[8] *Ruff, A.*: Elektronische Unterhaltungsspiele. Franzis-Verlag

Dipl.-Ing.
Reinhard Gößler

Als aktuelle Neuentwicklung in der Serie der FUNKSCHAU-Mini-Meßgeräte stellen wir nachfolgend das Mini-Digitalvoltmeter (DVM) vor. Als Einfachversion zu dem in [1] beschriebenen vollautomatischen Multimeter zeichnet sich das hier betrachtete Gerät durch unkomplizierten Aufbau und hohe Nachbausicherheit aus.

Miniatur-Digitalvoltmeter für Batterie- und Netzbetrieb 1. Teil

Die ausführliche Baubeschreibung wurde durch detaillierte Hinweise für die Inbetriebnahme und Fehlersuche erweitert, so daß damit auch der weniger erfahrene Hobby-Elektroniker die Gelegenheit hat, sein Heimlabor durch dieses leistungsfähige und preiswerte Meßgerät zu erweitern. Der Fachhandel bietet hierzu wiederum einen kompletten Bausatz an.

Schaltungskonzeption

Oberstes Ziel bei der Schaltungsauslegung war es, ein sehr einfach aufgebautes Gerät zu schaffen, dessen Nachbau auch dem weniger erfahrenen Hobby-Elektroniker keine Schwierigkeiten bereitet; dies sollte natürlich nicht auf Kosten der Leistungsfähigkeit gehen. Gleichzeitig mußte bei den verwendeten Spezialbauteilen auf Preiswürdigkeit geachtet werden, um den Etat des Amateurs nicht zu strapazieren. Die vorliegende Schaltung vereint all diese Gesichtspunkte und bietet ein hochgenaues, langzeitstabiles und robustes Digitalvoltmeter an, das durch den selbsttätigen Nullpunktabgleich und die automatische Polaritätsanzeige selbst Industriegeräten in nichts nachsteht (*Bild 1*).

Die technischen Daten führt die *Tabelle* auf. Hoher Eingangswiderstand, Überlaufanzeige und die Möglichkeit des Batterie- und Netzbetriebes runden die Vielseitigkeit dieses Kompaktgerätes ab, das durch interne Schutzmaßnahmen im Betrieb nahezu zerstörungssicher ist. Zur Eichung des Gerätes ist nur ein einziges Potentiometer abzugleichen, und trotz automatischer Polaritätsanzeige kommt die Schaltung mit nur einer Versorgungsspannung aus.

Zur Stromversorgung sind alle denkbaren Möglichkeiten vorgesehen worden: Interne Versorgung durch Trokkenbatterien oder wiederaufladbare NiCd-Zellen oder externe Versorgung aus dem FUNKSCHAU-Mini-Netzteil [4] bzw. direkt aus dem Schukostecker des Mikro-Netzteils; auch die beiden letztgenannten Geräte bietet der Fachhandel im Rahmen der FUNKSCHAU-Mini-Meßgeräteserie an. Bei den Anzeigen wurde der herkömmlichen LED-Siebensegment-Version der Vorzug gegenüber Flüssigkristall-Anzeigen gegeben; für diese Wahl spricht schon der deutlich niedrigere Preis.

Die Blockschaltung

Zentraler Bestandteil der gesamten Schaltung ist der monolithische A/D-Umsetzer ICL 7107 der amerikanischen Firma Intersil (*Bild 2*). Er ist in leistungssparender CMOS-Technologie ausgeführt und enthält sämtliche Funktionsgruppen, die zum Betrieb des Voltmeters erforderlich sind. Die Frequenz des internen Taktoszillators wird durch die Beschaltung mit einem RC-Glied eingestellt. Langzeitstabilität und genauer Wert dieser Taktfrequenz sind für die Funktion der Schaltung unerheblich. Dennoch ergibt sich bei geeigneter Wahl dieser Frequenz der Vorteil der Brummunterdrückung; das bedeutet, daß Einstreuungen der Netzfrequenz ohne Einfluß auf das Meßergebnis bleiben, solange die Integrationszeit ein ganzzahliges Vielfaches der 50-Hz-Periodendauer ist. Der nachfolgende Abschnitt geht detailliert auf diese Zusammenhänge ein.

Auch die Referenzspannungserzeugung übernimmt der Steuerbaustein 7107 selbst. Dafür sorgt eine eingebaute, temperaturkompensierte Z-Diode, die der Schaltung eine recht gute Temperaturstabilität verleiht. Es ist eine Besonderheit dieses Bausteins, daß nur eine einzige Referenzspannung benötigt wird, obwohl die Polarität der Eingangsspannung beliebig sein kann. Dadurch werden von vornherein Gleichlaufprobleme zweier Bezugsspannungen vermieden, und der sogenannte Roll-over-Fehler, der durch das bloße Umpolen einer festen Meßspannung auftritt, sinkt unter die Wahrnehmbarkeitsgrenze. Zur Eichung des Meßgerätes genügt demzufolge der Abgleich von nur einem Potentiometer.

Tabelle der technischen Daten

Gleichspannungsmeßgerät mit fünf manuell einstellbaren Bereichen

Bereichsendwerte:
0,2 V – 2,0 V – 20 V – 200 V – 2000 V
Automatischer Nullpunktabgleich mit tatsächlicher Anzeige „0000"
Automatische Polaritätswahl und -anzeige
Eingangswiderstand: größer als 10 MΩ
Temperaturdrift der verwendeten Referenzspannung: 80 ppm/°C
Meßgenauigkeit: besser als 0,1 % (Fehler des Eingangsteilers nicht gerechnet)
Stromaufnahme: 150 mA aus 5 V
Stromversorgung: Über eingebaute Mignonzellen, NiCd-Akkus, externes 6-V-Netzgerät oder direkt aus dem Netzstecker des Mikronetzteils

◄ Bild 1. Das FUNKSCHAU-Mini-DVM ist ein handliches Digitalvoltmeter mit automatischer Polaritätswahl und Überlaufanzeige

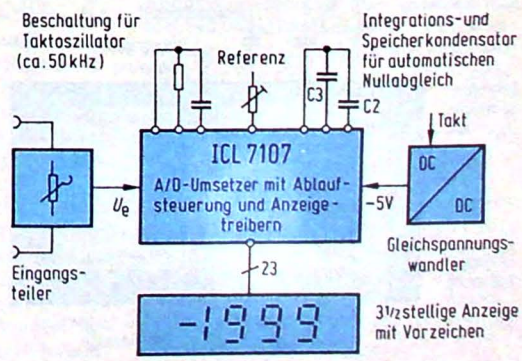


Bild 2. ► Blockschaltung des Gerätes

Der Eingangsteiler stuft die zu messende Spannung in fünf Bereiche. Im empfindlichsten Bereich wird bei einer Eingangsspannung von 200 mV die Meßbereichsgrenze erreicht, und mit den vier darüber liegenden dekadischen Teilerstufen beträgt der größte Meßbereich 2000 V. Die Anzeige ist $3\,^1/_2$stellig aufgebaut, d. h. das höchstwertige Digit kann nur eine „0" oder „1" anzeigen. Bei dieser Anordnung liegen die Meßwerte zahlenmäßig immer im Bereich 199...1999; bei größeren oder kleineren Werten kann auf den nächsthöheren bzw. niedrigeren Meßbereich umgeschaltet werden. Durch die hohe Auflösung der Schaltung lassen sich Gleichspannungen vom Millivolt- bis in den Kilovoltbereich erfassen. Zur Kennzeichnung des gewählten Meßbereichs dienen fünf Dezimalpunkte, die den vier Anzeigestellen zugeordnet sind. Das Meßergebnis erscheint in jedem Fall in „Volt"; im 200-mV-Bereich leuchtet dabei der Dezimalpunkt links neben der höchstwertigen Stelle, und im 2000-V-Bereich ist der Punkt rechts neben der niedrigstwertigen Stelle aktiv. Dadurch entfällt eine aufwendige Bereichsanzeige, und auch der mechanische Teil kann einfach gehalten werden.

Die negative Polaritätsanzeige übernehmen zwei Leuchtdioden, die ein Minuszeichen symbolisieren.

Um den Anschluß von Meßspannungen beliebiger Polarität zu ermöglichen, ist für den internen Analogteil des Steuerbausteins eine negative Versorgungsspannung erforderlich; da diese Spannung nur geringfügig belastet wird, kann sie mit einem einfach aufgebauten Gleichspannungswandler erzeugt werden, der vom Signal des Taktoszillators angesteuert wird.

Der Steuerbaustein ICL 7107

Der Chip des CMOS-Steuerbausteins enthält die drei Funktionsgruppen Analogteil, Ablaufsteuerung und Anzeigentreiber (*Bild 3*). Der Analogteil übernimmt die Aufgabe, eine zur Meßspannung proportionale Torzeit zu erzeugen, während der die digitalen Impulse gezählt werden, um als Meßergebnis in der Anzeige zu erscheinen. Das Zählen und Auslösen der erforderlichen Steuerimpulse übernimmt die Ablaufsteuerung (Digitalteil), zu der auch der Taktoszillator zur Erzeugung der Taktfrequenz gehört. Die Anzeigentreiber schließlich liefern direkt den zur Ansteuerung von LED-Anzeigen erforderlichen Strom.

Digitalteil und Umsetzverfahren

Aufgrund der internen Struktur ergibt sich beim Taktoszillator folgender Zusammenhang zwischen RC-Beschaltung und Oszillatorfrequenz:

$$f_{osz} = \frac{0{,}45}{R \cdot C} \qquad (1)$$

Die durch Vier geteilte Taktfrequenz wird während der vom Analogteil generierten Torzeit von den internen Dekadenzählern hochgezählt. Für den vollen Meßbereich sind dafür 2000 Zählimpulse bzw. 8000 Taktimpulse τ_{osz} erforderlich, und diese Zeit soll wegen der eingangs erwähnten Brummunterdrückung ein ganzzahliges Vielfaches n der 50-Hz-Periodendauer von 20 ms sein:

$$8000 \cdot \tau_{osz} = n \cdot 20\ \text{ms} \qquad (2)$$
mit n = 1, 2, 3...

Berücksichtigt man weiter, daß der externe Widerstand R nach Herstellerangaben in der Größenordnung von 100 kΩ liegen soll, ergibt sich für den externen Kondensator folgende Beziehung:

$$C = \frac{0{,}45 \cdot n \cdot 20\ \text{ms}}{8000 \cdot 100\ \text{k}\Omega} \qquad (3)$$

Diese Gleichung lautet als „zugeschnittene Größengleichung":

$$C = 11{,}25 \cdot n\ [\text{pF}] \qquad (4)$$

Der Kondensator erscheint hier in pF, und für n wird eine ganze Zahl eingesetzt. Solange diese Beziehung in der Praxis erfüllt ist, bleiben 50-Hz-Wechselspannungseinstreuungen ohne Einfluß auf das Meßergebnis, weil sie wegen der ganzen Anzahl erfaßter Perioden bei der Integration „herausfallen".

Die Schaltung arbeitet wohlgemerkt auch dann, wenn man den hier abgeleiteten Zusammenhang nicht berücksichtigt; nur ist dann natürlich nicht die Eliminierung von Brummeinstreuungen gegeben. Der mögliche Bereich für den Kondensator wird nach unten durch die Grenzfrequenz des Oszillators und nach oben durch die Mindest-Umsetzrate bei der A/D-Wandlung bestimmt; es ergibt sich zwischen beiden ein guter Kompromiß, wenn C in der Größenordnung von 100 pF liegt.

Die Ablaufsteuerung teilt den gesamten Meßzyklus in drei Phasen ein:
Phase 1: Aufintegration der Meßspannung (feste Zeit vorgegeben);
Phase 2: Abintegration des Spannungs-/Zeit-Integrals aus Phase 1 (Referenzspannung vorgegeben);
Phase 3: automatischer Nullpunktabgleich.

Die Phase 1 dauert, vorgegeben durch die interne Ablaufsteuerung, genau 1000 Zählimpulse; während dieser Zeit wird die an den Integratoreingängen anliegende Meßspannung U_x integriert. Durch die hohe Linearität des Integrators darf dessen Ausgangsspannung bis auf 0,3 V an die Versorgungsspannung herankommen, ohne daß Einbußen an Genauigkeit auftreten. Dennoch sollte aus Sicherheitsgründen ein größerer Abstand eingehalten werden, um die einwandfreie Funktion auch noch bei entladenen Batterien zu gewährleisten. Wenn, beginnend mit entladenem Kondensator, an einem Integrator (*Bild 4*) eine Gleichspannung U_x anliegt, stellt sich an dessen Ausgang eine zeitabhängige Spannung $u_{a(t)}$ ein, für die gilt:

$$u_{a(t)} = -\frac{t}{R \cdot C} \cdot U_X = \frac{4000 \cdot \tau_{osz}}{R \cdot C} \cdot U_X \qquad (5)$$

Läßt man für $u_{a(t)}$ einen Spannungshub von maximal ±2 V zu, so ergibt sich bei einer angenommenen Taktfrequenz f_{osz} von 50 kHz folgender Wert für die Integrationszeitkonstante R · C

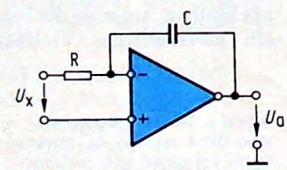
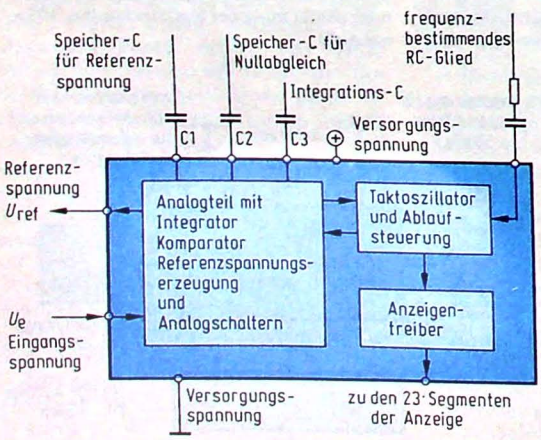


Bild 4. Prinzipschaltung eines Integrators



◄ Bild 3: Aufbau und prinzipielle Beschaltung der IS 7107

$$T = 4000 \cdot \tau_{osz} \cdot \frac{U_x}{u_{a(t)}}$$

$$T = \frac{4 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^4} \cdot \frac{0{,}2\ V}{2{,}0\ V} \cdot \frac{1}{Hz}$$

$$T = 8\ ms = R \cdot C_3 \qquad (6)$$

Mit dem vom Hersteller empfohlenen Wert von 47 kΩ für R ergibt sich für C_3 rechnerisch folgende Größe:

$$C_3 = \frac{8\ ms}{47\ k\Omega} = 170\ nF \qquad (7)$$

In der Praxis wird dafür 220 nF eingesetzt.

Während der Phase 2 wird der Integrationskondensator C_3 dadurch entladen, daß an den Integrator eine Referenzspannung U_{ref} gelegt wird, deren Polarität umgekehrt zur Meßspannung ist. Diese Abintegration bis zum Wert $U_a = 0$ nimmt die variable Zeit t_x in Anspruch, die um so länger dauert, je höher die Integrationsspannung gewesen ist. Während t_x wird der Kondensator C_3 mittels U_{ref} vom Wert $u_{a(t)}$ auf Null entladen, was betragsmäßig dasselbe ist wie der umgekehrte Aufladevorgang:

$$u_{a(t)} = \frac{t_x}{R \cdot C} \cdot U_{ref} \qquad (8)$$

Das Gleichsetzen der Gleichungen (5) und (8) führt zu der Beziehung:

$$\frac{t_x}{t} = \frac{U_x}{U_{ref}} \qquad (9)$$

Beide Zeiten t_x und t werden durch Zählimpulse dargestellt; für t_x ergeben sich x Impulse, während t = 1000 Impulse lang ist, wie oben erwähnt wurde. Damit ist der Zusammenhang zwischen Meßspannung U_x, Referenzspannung U_{ref} und Anzeigewert x hergestellt:

$$\frac{t_x}{t} = \frac{x}{1000} = \frac{U_x}{U_{ref}} \qquad (10)$$

Stellt man eine Referenzspannung von $U_{ref} = 0{,}1$ V ein, entsteht folgende Beziehung zwischen Digitalanzeige x und Analogspannung U_x:

$$x = \frac{1000}{0{,}1\ V} \cdot U_x = 10\,000 \cdot U_x \qquad (11)$$

Bei diesem A/D-Umsetzungsverfahrten (*dual slope integration* = Zwei-Rampen-Verfahren) ergibt sich also ein linearer Zusammenhang zwischen dem digitalen Zählerstand x und der Eingangsspannung U_x. Die Taktfrequenz selbst geht hierbei nicht ein, solange sie für Auf- und Abintegration gleich ist, also zumindest kurzzeitstabil bleibt. Dies ist der Grund dafür, daß man als frequenzbestimmende Bauteile des Taktoszillators ein einfaches RC-Glied einsetzen kann. Eine weitere Randbedingung ist bei diesem Verfahren wichtig: Die Auf- und Abintegration muß nicht unbedingt vom Absolutwert null Volt ausgehen bzw. dorthin zurückführen; der zur Detektion dieses Schwellwertes eingesetzte Komparator kann ohne weiteres einen Offsetfehler aufweisen, sofern dieser bei der ansteigenden und fallenden Flanke denselben Wert hat. Damit ist sichergestellt, daß Auf- und Abintegration über denselben Spannungsbereich erfolgen, was die Voraussetzung für das Gleichsetzen der Gleichungen (5) und (8) war. Das Dual-slope-Verfahren führt folglich zu einer sehr genauen Analog/Digital-Umsetzung, obwohl die dabei verwendeten Bauteile keine hohen Ansprüche erfüllen müssen.

Während der dritten Phase des Meßzyklus' schließt die interne Ablaufsteuerung den Integrator-Meßeingang kurz und gibt eine solche Vorspannung an den invertierenden Integrator-Eingang, daß eine Torzeit nahe Null erzeugt wird (im Idealfall gleich Null) und der Digitalteil die Anzeige „0000" liefert. Diese Vorspannung wird im Speicherkondensator für die Dauer des laufenden Zyklus' gehalten, ehe sie im folgenden Meßzyklus nachgeführt wird, wenn dies erforderlich ist. Durch den außerordentlich hohen Eingangswiderstand der internen Operationsverstärker können bereits sehr kleine Kondensatoren die Spannung halten, ohne daß Leckströme der Halbleiter eine Entladung verursachen; wesentlich kritischer sind hierbei die dielektrischen Verluste, die die Kondensatoren selbst in Form von Leckströmen hervorrufen.

Analogteil

Der Analogteil enthält neben dem Integrator mit nachfolgendem Komparator noch insgesamt elf Analogschalter und die Referenzspannungserzeugung. Integrator und Komparator übernehmen die Torzeiterzeugung für das Meßintervall, wie es im vorigen Abschnitt bereits beschrieben wurde; weitergehende Darstellungen zu diesem Meßprinzip sind beispielsweise in [5] zu finden. Die Analogschalter sind hochisolierende Feldeffekttransistoren, bei denen es im eingeschalteten Zustand nicht primär auf niedrigen Durchlaßwiderstand, sondern auf gute Übereinstimmung der einzelnen Schalter ankommt. Diese Anforderung ist durch die gleichzeitige Herstellung beim Diffusionsvorgang automatisch erfüllt, und wegen der monolithischen Struktur sind viele Probleme der Leitungsführung von vornherein ausgeschaltet.

Der Baustein erzeugt intern eine Referenzspannung, von der man die zur Abintegration benötigte Vergleichsspannung ableiten kann. Das Referenzelement besteht aus der Reihenschaltung einer 6,2-V-Z-Diode mit einer Siliziumdiode, die beide von einem eingeprägten Strom durchflossen werden (*Bild 5*). Ein Teilernetzwerk greift von der Konstantspannung einen Wert von 2,8 V ab, gemessen gegen die positive Versorgungsspannung. Dieser Pegel steht über einen Stromtreiber am Anschlußstift 32 zur Verfügung. Der Temperaturkoeffizient dieser Spannung beträgt typisch 80 ppm/°C, was für herkömmliche Anwendungen bei weitem ausreichen dürfte. Diese Angabe besagt, daß sich die Konstantspannung um 80 ppm (ppm = *parts per million* ≙ 10^{-6}) ändert, wenn die Umgebungstemperatur um 1 °C schwankt. Bei höheren Genauigkeitsanforderungen muß man eine entsprechende externe Referenz vorsehen.

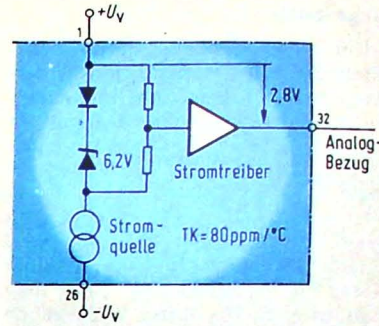


Bild 5. Interne Erzeugung einer Referenzspannung von 2,8 V

Stromtreiber

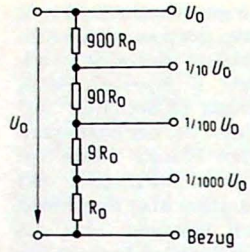
Die Stromtreiber zur Ansteuerung der LED-Siebensegment-Anzeigen können direkt 8 mA pro Segment treiben, ohne daß ein Vorwiderstand in den einzelnen Zweigen liegen muß. Die Anzeigen werden statisch angesteuert und nicht im Multiplexbetrieb. Das wirkt sich ungünstig auf die entstehende Verlustleistung aus und erfordert eine wesentlich höhere Anzahl von Verbindungsleitungen zu den Anzeigeelementen. Dies hat seinen Grund darin, daß es für den Baustein ICL 7107 einen äquivalenten zur Ansteuerung von Flüssigkristallanzeigen gibt; diese können nicht im Multiplex-Verfahren betrieben werden, und man hat herstellerseitig für beide Bausteine dieselbe interne Struktur beibehalten.

Schaltungsdetails

Die Gesamtschaltung des Gerätes zeigt *Bild 6*; verschiedene Details daraus sollen nachfolgend noch näher betrachtet werden, weil durch deren Konzeption der Aufbau und in entscheidendem Maße der Preis beeinflußt werden.

Eingangsteiler

Um einen Spannungsteiler dekadisch zu stufen, müssen die Widerstandswerte in dem Verhältnis zueinander stehen, wie es *Bild 7* angibt. In zahlreichen Labor- und Industrieschaltungen findet man für den Fußwiderstand R_o = 1 kΩ (bzw. 10 kΩ) eingesetzt, und die übrigen Werte sind dann teuere Spezialanfertigungen, weil „glatte" Neunerwertigkeiten in keiner Normreihe enthalten sind. Setzt man stattdessen für die oberen Widerstände Werte mit glatten Zehnerpotenzen ein, läßt sich R_o durch die Parallelschaltung zweier Standardwerte nachbilden. Nach diesem Schema ist der Eingangsteiler ausgelegt worden, was sich in einem deutlichen Preisvorteil niederschlägt.



◀ Bild 7. Widerstandsverhältnisse an einem dekadischen Spannungsteiler

Spannungswandler

Um den Einsatz einer zweiten Versorgungsspannung zu vermeiden, wurde ein Gleichspannungswandler vorgesehen (*Bild 8*); außer einer Standard-IS 4049 werden dazu nur noch vier passive Bauelemente benötigt, da der Takt zur Ansteuerung vom zentralen Baustein 7107 bezogen wird. Die sechs Gatter der IS sind untereinander derart miteinander verbunden, daß ein Gatter die fünf übrigen, parallelgeschalteten treibt; durch die Parallelschaltung erhöht sich der bereitgestellte Strom.

Am Punkt P tritt das Rechtecksignal der ansteuernden Taktfrequenz auf, das über C_1 gleichspannungsmäßig abgetrennt und den beiden Dioden zugeführt wird. Während der positiven Spannungsspitzen leitet D 2 und begrenzt den maximal möglichen Spannungspegel in positiver Richtung auf etwa 0,5 V (gemessen vom Punkt 0 gegen Masse). Während der negativen Impulsspitzen leitet D 1, und über diese Diode lädt sich der Glättungselko C2 negativ auf. Die in bezug auf Masse negative Ausgangsspannung U_a ist um den Betrag der Diodendurchlaßspannung kleiner als der Spannungshub am Punkt P. Für einfache Anwendungsfälle, in denen es nicht auf hohe Konstanz und guten Wirkungsgrad ankommt, läßt sich eine Spannungsumsetzung nach dem angegebenen Schema sehr einfach und problemlos durchführen.

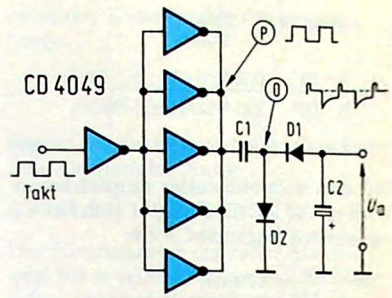


Bild 8. Aufbau eines Gleichspannungswandlers mit einer CMOS-IS

(Schluß folgt)

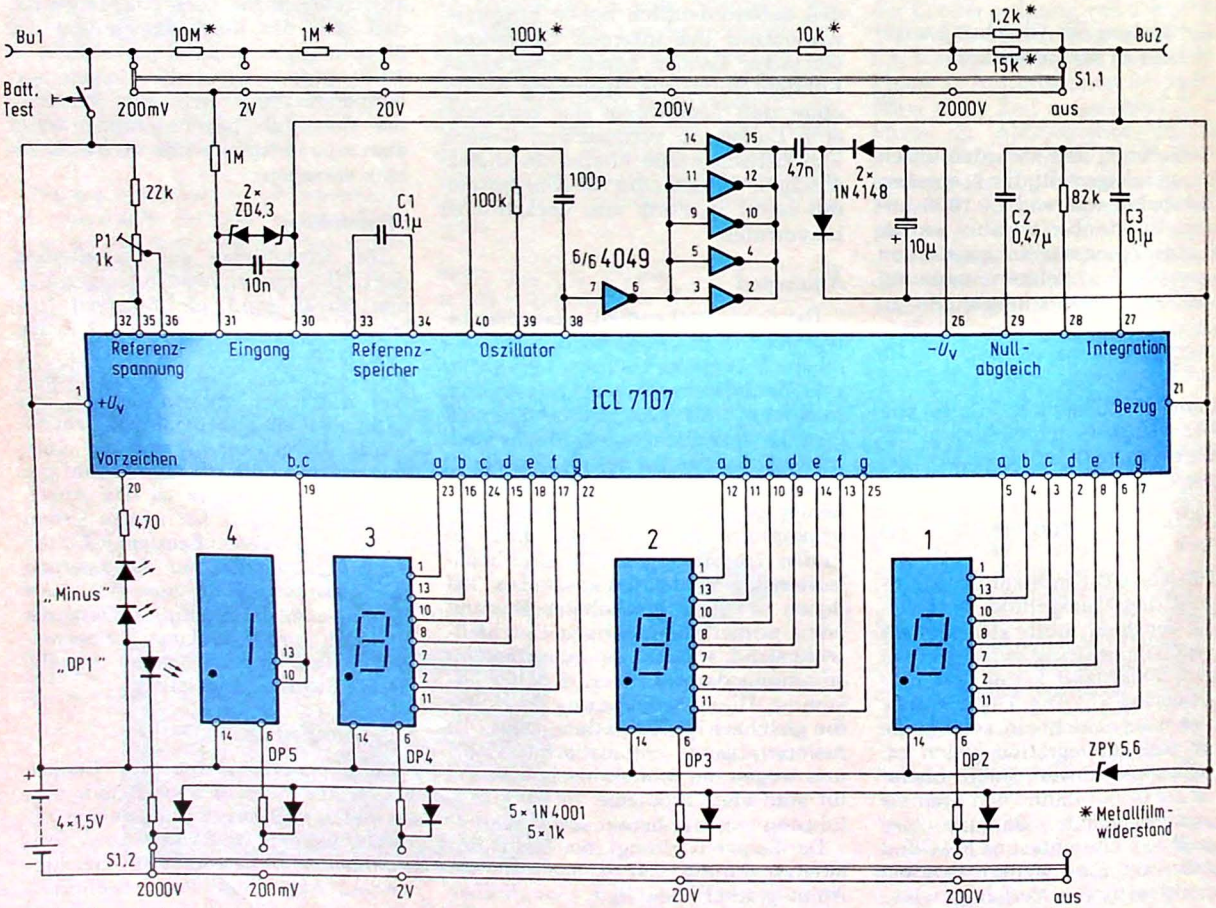


Bild 6. Gesamtschaltung des Gerätes

Joachim Kölbl

Reedkontakt-Sicherung

Zweck der hier beschriebenen Sicherung ist es, einen brauchbaren Kompromiß zwischen herkömmlichen Schmelzsicherungen und rein elektronischen Lösungen darzustellen. Ein besonderer Vorteil gegenüber letzteren ist die Möglichkeit, die Reedkontakt-Sicherung für Wechselstrom zu verwenden.

Prinzip der Sicherung

Der Hauptbestandteil der vorliegenden Schaltung ist ein Reedkontakt, ein Schalter also, der durch Einwirken eines Magnetfeldes schließt. Der Laststrom fließt durch eine Spule, die ein dem Strom proportionales Magnetfeld erzeugt. Die Spule ist um den Reedkontakt gewickelt, der folglich bei einer bestimmten Stromstärke – je nach Bauart der Spule – anspricht. Sein Schalten löst über ein Relais das Unterbrechen des Stromkreises aus. Die resultierende Schaltung (*Bild 1*) ist somit höchst einfach.

Im Ruhezustand gelangt die Betriebsspannung vom Eingang E über L und den geschlossenen Relaiskontakt zum Ausgang. Der 100-µF-Kondensator dient zur Stromversorgung des Relais während dessen Umschaltzeit und wird über R, der nach dem Umschalten die Sollbetriebsspannung des Relais herstellt, aufgeladen.

Zieht beim Auslösen der Sicherung das Relais an, wird der Eingang vom Ausgang getrennt; dieser Zustand bleibt erhalten, weil das Relais über den Umschalter seine Betriebsspannung direkt vom Eingang erhält. Zur eindeutigen Anzeige dieser Stellung ist ein Lämpchen vorgesehen, das aber auch weggelassen werden kann.

Den Normalzustand kann man entweder durch Betätigen des Aus-Tasters Ta herstellen oder – falls solcher nicht vorhanden – durch kurzes Ausschalten des Gerätes, in dem sich die Sicherung befindet.

Berechnung von R

Bei Verwendung eines beliebigen Relais lautet die Formel:

$$R = \frac{(U_e - U_{rel}) \cdot R_{rel}}{U_{rel}}$$

(U_e = Eingangsspannung; U_{rel} = Betriebsspannung des Relais; R_{rel} = Spulenwiderstand des Relais)

Bei Verwendung des im folgenden vorgeschlagenen (Print-)Relais vereinfacht sich die Rechnung:

$R = 7{,}5 \cdot U_e - 45$

Reed-Relais selbstgebaut

Weil Reedkontakte im allgemeinen sehr große Exemplarstreuungen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf Magnetfelder aufweisen, kann man kaum genaue Angaben für die Spule machen, umso mehr, als die Möglichkeit bleiben soll, jeden (billigen) Reedkontakt verwenden zu können. Die Abschaltstromstärke wird also sowohl von der Windungszahl als auch durch die Bauart des Reedkontaktes bestimmt. Zur Ermittlung der notwendigen Windungszahl hat sich folgendes Verfahren bewährt: Man baut die gesamte Schaltung wie angegeben zunächst auf, und bewickelt den Glaskörper eng mit Kupferlack- oder Schaltdraht (*Bild 2*). Dann

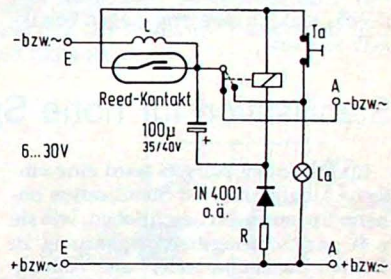


Bild 1. Schaltplan der Reedkontakt-Sicherung

schließt man die Sicherung, nachdem man den bewickelten Kontakt eingelötet hat, an ein Netzteil mit einstellbarer Ausgangsspannung an. Den Ausgang der Sicherung schließt man mit einem Amperemeter ab und regelt die Spannung am Eingang langsam hoch, bis die Sicherung auslöst. Mit dem so gefundenen Stromwert kann man leicht die benötigte Windungszahl berechnen, da ja der Strom der Windungszahl indirekt proportional ist.

Der Aufbau ist unproblematisch, lediglich der Draht, mit dem man den

Tabelle: Verwendbare Relais

Alle nachstehend aufgeführten Relais sind bei der Fa. Dr. H. Bürklin, 8000 München 2, Schillerstr. 40, erhältlich; die Bestellnummern sind jeweils in Klammern angegeben.

Relais:
Printrelais Typ Schrack RU 110 006 (Best.-Nr.: 30 G 670) oder
Kartenrelais Typ Siemens NV 23012-A0101-A 001 (Best.-Nr.: 30 G 700)

Reedschalter:
Hamlin DRR-2 (Best.-Nr.: 30 G 214) oder
Hamlin MSRR-2 (Best.-Nr.: 30 G 206)

Es können selbstverständlich auch andere, ähnliche Relais und Reedkontakte verwendet werden.

Frontplattenbeschriftung durch Fotoverfahren

Für Besitzer einer Dunkelkammer gibt es eine einfache und saubere Methode zur Frontplattenbeschriftung. Es ist meist sehr schwierig, Kreisskalen, Skalen, Beschriftung etc. direkt auf die Gehäusefrontplatte aufzubringen. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, werden Skalen, Beschriftungen etc. mit Aufreibesymbolen (im Fachhandel erhältlich) oder mit Schablonen und Tuschefüllern paßgenau auf ein Blatt Transparentpapier aufgerieben bzw. aufgezeichnet. Genaues Arbeiten ist natürlich Voraussetzung für das Zusammenpassen der Gehäusefrontplatte mit den Bohrungen etc. und der später aufzuklebenden Frontplatte.

Das nun vorliegende „Layout" wird dann in der Dunkelkammer auf ein entsprechend großes Blatt Fotopapier mit der Gradation hart oder auch extra hart gelegt, mit einer Glasplatte beschwert und anschließend mit dem Vergrößerungsgerät 4...6 s (Anhaltswert) belichtet. Entwicklung und Fixierung erfolgen wie gewöhnlich. Nach dem Trocknen wird die Oberfläche des Fotopapiers zum Schutz mit Plastikspray übersprüht. Verwendet man Fotopapier mit matter Oberfläche, so erhält man eine schwach glänzende Oberfläche. Zuletzt wird die so entstandene Frontplatte paßgenau auf die Gehäusevorderseite geklebt. Um ein Lösen an den Ecken zu vermeiden, ist es sinnvoll, das Fotopapier etwas größer zu belassen, um es dann um die Ecken herumzukleben.

Das Ergebnis ist ein professionell aussehendes Gerät mit weißer Beschriftung auf schwarzem Grund. Wer es ganz exakt haben will, kann die weiße Schrift in einem Tönungsbad auch silbern einfärben.

Ing. (grad.) Richard Kurzhals

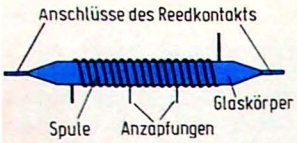


Bild 2. Aufbau der Spule für den Reedkontakt

Reedschalter umwickelt, sollte dem durchfließenden Strom angemessen sein. Die *Tabelle* nennt die benötigten Teile.

Um den Auslösestrom verändern zu können, verwendet man am besten Anzapfungen, deren Lage ebenfalls nach dem Grundsatz „Die Abschalt-Stromstärke ist der Windungszahl umgekehrt proportional" gefunden werden kann. Die Anzapfungen schaltet man mit einem Stufenschalter um; bei sehr kleinen Auslöseströmen wird man den Reedkontakt in mehreren Lagen bewikkeln müssen.

Tabelle 1. Geeignete Transistoren

Typ	2N3020	2N3442	BUY28	BU108	BU126	BU130
U_{ce}	140 V	160 V	420 V	1500 V	750 V	330 V
I_c	1 A	10 A	10 A	5 A	3 A	10 A
U_{eb}	7 V	7 V	25 V	7 V	6 V	5 V

Tabelle 2. Dimensionierung von R 2

Eingangsspannung	410 V	340 V	230 V	200 V
Ausgangsspannung	370 V	310 V	215 V	155 V
Widerstand R 2	390 kΩ	330 kΩ	220 kΩ	150 kΩ

Stabilisation für hohe Spannungen

Im folgenden Aufsatz wird eine einfache Möglichkeit zur Stabilisation höherer Spannungen beschrieben, wie sie z. B. als Schirmgittervorspannung in Röhren-Endstufen oder als Ablenkspannungen benötigt werden. Netzspannungsschwankungen werden etwa um den Faktor 100 ausgeregelt.

Die Voraussetzung einer Hochspannungs-Stabilisation nach dieser Methode ist das Vorhandensein einer gut stabilisierten Bezugsspannung zwischen etwa 6 V und 24 V; als Transistoren müssen Typen verwendet werden, deren zulässige Kollektor-Emitter-Spannung größer als die maximal zu erwartende Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung ist. *Tabelle 1* zeigt, welche Transistoren in Frage kommen.

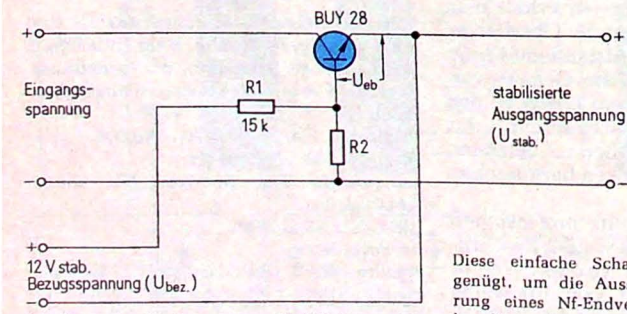
Wie im *Bild* zu erkennen ist, dient der Transistor als Längsregler, dem über einen Widerstand (R 1, hier 15 kΩ) eine Bezugsspannung an der Basis zugeführt wird. Über den Widerstand R 2 ist die Basis mit dem negativen Pol der Eingangsspannung verbunden. Das Teilerverhältnis R 2/R 1 bestimmt als wesentlichster Faktor zusammen mit dem Wert der Bezugsspannung die stabilisierte Ausgangsspannung:

$$U_{stab} = U_{eb}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) - U_{bez}\frac{R_2}{R_1}$$

Tabelle 2 zeigt einige Dimensionierungsbeispiele für den Fall, daß R 1 = 15 kΩ bleibt und die Bezugsspannung 12 V ist. Die Verlustleistung, die der Transistor verkraften muß, ergibt sich aus dem Produkt von maximal zu erwartendem Ausgangsstrom und der Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung. Zu beachten ist noch, daß die Bezugsspannung galvanisch von der Eingangsspannung getrennt zur Verfügung stehen muß; die Isolation muß hochspannungsfest sein, denn U_{bez} liegt fast auf dem gleichen Potential wie die Eingangsspannung.

Wolfgang Hamer

Zu erwähnen ist noch, daß die im Schaltbild angegebene maximale Arbeitsspannung der Schaltung durch die Spannungsfestigkeit der Diode und des Kondensators festgelegt wird. Durch Austausch gegen Typen für höhere Spannungen läßt sich der Arbeitsbereich erweitern.



Schaltung der Hochspannungs-Stabilisierung. Es ist darauf zu achten, daß die Bezugsspannung potentialfrei zur Verfügung stehen muß

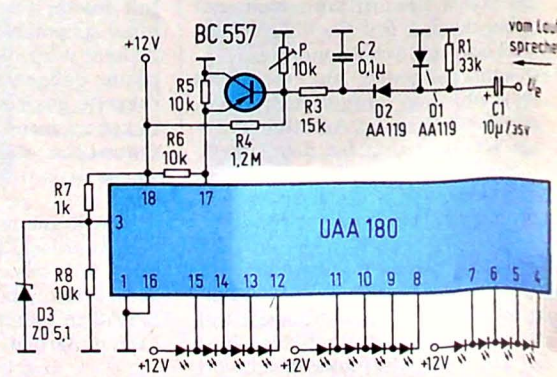
Aussteuerungsanzeige mit UAA 180

Die im *Bild* gezeigte Schaltung eignet sich zum direkten Anschluß an jeden vorhandenen Verstärker mit einer Ausgangsimpedanz von 4...8 Ω. Bei einer Verstärker-Ausgangsleistung von 20 W (z. B. TDA 2020) ergibt sich ein Anzeigeumfang von etwa 26 dB; der Skalenverlauf der LED-Zeile ist dabei nicht logarithmisch, sondern linear.

Das Signal wird zunächst von D 1 und D 2 gleichgerichtet, mit C 2 geglättet und über einen PNP-Transistor der IS UAA 180 zugeführt. Mit dem Potentiometer P wird die Schaltung so abgeglichen, daß die letzte Leuchtdiode gerade zu leuchten beginnt, wenn der Verstärker das Nf-Signal zu begrenzen anfängt. Die erste LED leuchtet grundsätzlich auch; sie dient als Funktionsanzeige, wenn kein Signal anliegt.

Die Zeitkonstante der Nf-Aussteuerungsanzeige kann durch geeignete Wahl von C2 in weiten Grenzen verändert werden.

Richard Rastetter



Diese einfache Schaltung genügt, um die Aussteuerung eines Nf-Endverstärkers linear durch eine LED-Zeile mit 12 Leuchtdioden anzuzeigen

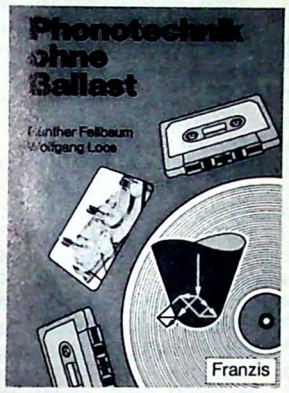
Franzis

Franzis-Verlag München

der große Fachverlag für angewandte Elektronik.

VFM

Soeben erschienen



Günther Fellbaum und Wolfgang Loos

Phonotechnik ohne Ballast

184 Seiten, 191 Abbildungen u. 7 Tabellen.
Lwstr-kart. DM 28.–

ISBN 3-7723-6451-9

Hier bleibt fast keine Frage offen. Leicht verständlich und umfassend wird das gesagt, was der Verkäufer und Anwender über die Entwicklung, den Aufbau und die Funktion sowie die Wartung der Geräte und ihrer Tonträger wissen sollte. Hervorzuheben sind die Beschreibungen der verschiedenen Tonabnehmersysteme, der Laufwerke und Antriebsmotoren, Markenbezeichnungen, Hersteller und Vertriebsformen. Wertvolle Ratschläge sowie Fehlertabellen und Tips helfen die Geräte zu warten und Störungen zu beseitigen. Vom Phonokoffer bis zur Studioanlage wird dem Leser hier jenes Wissen vermittelt, das in Beruf und Hobby zum Erfolg führt.

Aus dem Inhalt: Physikalische Grundlagen der Phonotechnik. Schallplattentechnik. Plattenspieler: Grundsätzlicher Aufbau und Funktion, Laufwerk, Tonarm, Tonabnehmer, Piezowandler, Induktive Wandler, Halbleiter-Tonabnehmer, Kapazitive Tonabnehmer, Fotoelektrische Tonabnehmer, Abtastnadeln, Arten von Plattenspielern, Einfachplattenspieler, Plattenwechsler, Handelstypen. Umgang mit dem Plattenspieler. Umgang mit den Schallplatten. Tonbandkassettentechnik. Kassettengeräte: Mechanik (Laufwerk, Antriebsschemen, Antriebsmotoren, Umschaltmechanismen, Kupplungen und Bremsen), Elektronik, Arten von Kassettengeräten, tragbare Kassettenrecorder, Radiorecorder, Auto-(Radio)Kassettengeräte, HiFi-Geräte, Kassettenwechsler. Pflege und Wartung des Kassettengerätes. Inspektionen, Überprüfungen, Justierungen und Reparaturen.

Franzis-Fachbücher bekommen Sie durch jede Buchhandlung

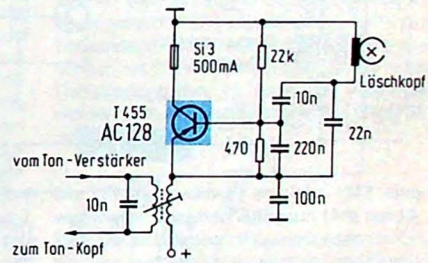
Werkstattpraxis

Videokassettenrecorder synchronisiert nicht

Bei einem Videokassettenrecorder wurde vom Kunden beanstandet, daß das Bild nicht synchronisieren würde. Die Wiedergabe einer Testkassette wies jedoch weder im Bild noch im Ton einen Fehler auf.

Daraufhin machte ich eine Aufnahme auf einer Kassette, auf der sich bereits eine Aufnahme befand. Bei der Wiedergabe dieser neuen Aufnahme wurde die Beanstandung des Kunden bestätigt. Das Bild synchronisierte nicht, jedoch fiel mir auch auf, daß der Ton der vorhergehenden Aufnahme nicht gelöscht war und im neuen Bild Teile der alten Aufnahme vorhanden waren.

Da bei diesem VKR-Gerät Bild-, Ton- und Synchronspur einen gemeinsamen Löschkopf haben, lag die Vermutung nahe, daß die Löschspannung fehlte. Eine Überprüfung des Löschoszillators ergab dann auch, daß die Sicherung Si 3 durchgeschlagen war und der Transistor T 455 einen Emitter-Kollektor-Schluß hatte (*Bild*).



Infolge eines Emitter-Kollektor-Schlusses von T 455 arbeitete der Löschoszillator nicht mehr. Bei einer Neuaufnahme wurden daher die Synchronimpulse der vorhergehenden Aufnahme nicht mehr gelöscht, und wegen der dann vorhandenen zwei zeitlich nicht übereinstimmenden Synchronimpulse konnte das Bandservo nicht synchronisieren

Bei der Wiedergabe werden die Impulse der Synchronspur mit der Netzfrequenz verglichen. Daraus wird eine Spannung gebildet, die über die Bandservostufe die Bandgeschwindigkeit so konstant hält, daß die Videoköpfe stets genau die schräg aufgezeichneten Videospuren abtasten. Durch den Ausfall des Löschoszillators wurden jedoch die Synchronimpulse der vorhergehenden Aufnahme nicht gelöscht, so daß zwei – zeitlich nicht übereinstimmende – Synchronimpulse vorhanden waren und das Bandservo nicht synchronisieren konnte.

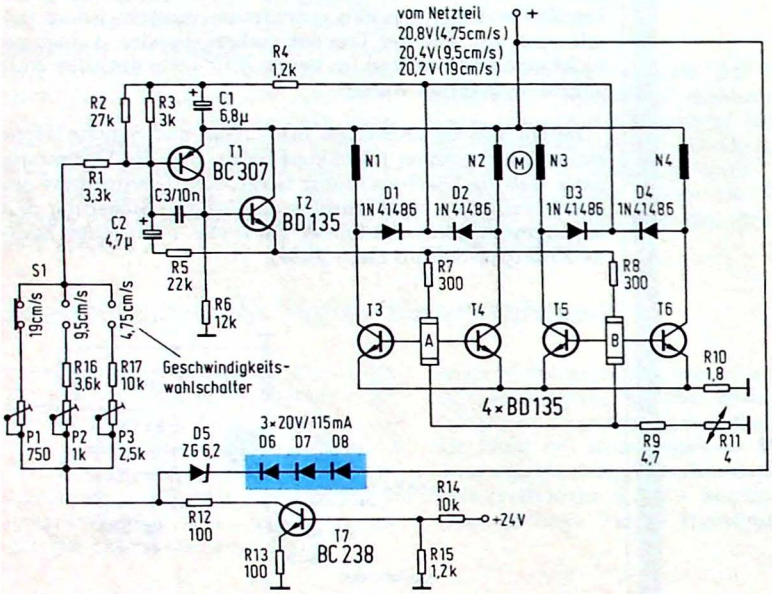
Daß von der alten Bildaufnahme nur noch geringe Teile zu sehen waren, läßt sich darauf zurückführen, daß einerseits die Videospuren beider Aufnahmen nicht genau aufeinanderlagen und andererseits das FM-modulierte Luminanzsignal, das mit gleichbleibend hohem Pegel aufgezeichnet wird, die Videospuren der alten Aufnahme einfach überschrieb.

Nachdem der defekte Transistor und die Sicherung Si 3 ersetzt waren, waren Aufnahme und Wiedergabe wieder einwandfrei.

Jürgen Wedde

Bandgeschwindigkeiten stimmen nicht mehr

Ein hochwertiges Hi-Fi-Tonbandgerät wurde in die Werkstatt gebracht, weil alle drei Bandgeschwindigkeiten (4,75, 9,5 und 19 cm/s) nicht mehr stimmten. Die Hörprobe mit einem Testband mit Musikaufzeichnungen ergab jedoch noch keinen Hinweis auf einen Fehler. Erst bei einer Kontrolle mit einem 50-Hz-Testband und Darstellung der Lissajous-Figuren auf dem Oszilloskop zeigte sich, daß keine der drei Bandgeschwindigkeiten stimmte. Auch mit den für die Geschwindigkeitseinstellung vorgesehenen Einstellpotentiometern P 1, P 2 bzw. P 3 *(Bild)* konnte ich keine annähernd stehende Lissajous-Figur einstellen.



Da die Dioden D 6, D 7 und D 8 durchgeschlagen waren, wurde der Temperaturgang der Z-Diode D 5 nicht mehr kompensiert, so daß die die Bandgeschwindigkeit bestimmenden Vorspannungen von T 1, T 2 nicht mehr stimmten

Daraufhin untersuchte ich die drei den Motorteil steuernden stabilisierten Spannungen. Der Transistor T 7 und die Z-Diode D 5 in der Stabilisierungsschaltung waren in Ordnung. Der Fehler wurde vielmehr durch die Dioden D 6, D 7 und D 8 verursacht, die alle drei durchgeschlagen waren. Diese Dioden dienen zur Kompensation des Temperaturgangs der Z-Diode D 5. Da D 6, D 7 und D 8 durchgeschlagen waren, wurde der Temperaturgang von D 5 nicht mehr kompensiert, so daß Spannungsschwankungen auftraten, die die Vorspannungen von T 1 und T 2 veränderten. Das hatte aber Spannungsänderungen im Motorteil und damit Abweichungen der Motordrehzahl vom Sollwert zur Folge. Nach Erneuern der drei Dioden und – sicherheitshalber – auch der Z-Diode konnte ich mit den Reglern P 1...P 3 bei allen drei Geschwindigkeiten saubere stehende Lissajous-Figuren einstellen.

Nun überprüfte ich die Motorregelung, die mit Hallgenerator-Steuerung arbeitete. Für jede Geschwindigkeit wird eine separat eingestellte, stabilisierte Vorspannung den Transistoren T 1 und T 2 zugeführt, die den Strom für die Feldplatten A und B im Motor liefern und somit dessen Drehzahl beeinflussen. Messungen ergaben, daß sämtliche Spannungswerte im Motorbaustein von den im Schaltbild angegebenen erheblich abwichen. Der Verdacht, daß ein Fehler in den Transistoren T 1 und T 2 die Ursache dafür sein könnte, bestätigte sich jedoch nicht.

Dieter Langbehn

Neue Druckschriften

Die **Netto-Preisliste 1977/78** enthält die seit dem 15.10.1977 gültigen Preise für Röhren von BBC. Dabei handelt es sich um strahlungsgekühlte Senderöhren und Thermoschalter, Hochspannungs-Gleichrichterröhren und -Thyratrons, Industrie-Thyratrons, Außenanodenröhren sowie Zubehör für Senderöhren und Ionenröhren (Brown Boveri & Cie, Geschäftsbereich Halbleiter und Stromrichter, Postfach 200, 6840 Lampertheim).

Feltron hat einen **Mikrocomputer-Bauteile-Katalog** herausgebracht, der Interessenten kostenlos zur Verfügung steht. Er ist in Loseblattform aufgebaut, so daß er durch Nachträge immer auf dem neuesten Stand gehalten werden kann. Der Inhalt ist in 12 Gruppen gegliedert, u. a. Leiterplatten, Gehäuse, Systeme, Peripherie, Software und Literatur (Feltron, Postfach 11 69, 5210 Troisdorf).

Zu dem bereits vor einigen Monaten erschienenen Buch **Elektronik-Grundkurs** ist jetzt eine Platine entwickelt worden, auf der sechs Versuchsschaltungen (9-V-Netzteil, Spannungsreglerschaltung, elektronische Sirene, Zweifachstromversorgung, Nf-Verstärker mit 741, Blinkschaltung) aufgebaut werden können. Die Platine ist mit einem Bestückungsdruck versehen und fertig gebohrt. Der Preis beträgt 15,90 DM für die Platine allein bzw. 25,70 für Buch und Platine (W. Hofacker GmbH, Tegernseer Str. 18, 8150 Holzkirchen).

Ausführliche Beschreibungen und technische Daten der Standard-Steckverbinder MS und der Steckverbinder-Baureihe KPT/KPTM/KPSE enthalten die Druckschriften **Runde Standard-Steckverbinder MS mit Schraubverschluß** sowie **KPT/KPTM/KPSE-Steckverbinder** von ITT Cannon. In der zuletzt genannten Baureihe sind auch Sonderausführungen mit Hf-Abdichtung, mit geraden GS-Lötstiften sowie mit Wire-Wrap-Kontaktanschlüssen lieferbar (Cannon Electric GmbH, Postfach 11 20, 7056 Weinstadt).

Die **Univac-Informationen 4/1977** enthalten u. a. folgende Beiträge: Computer auf dem Weg zum Endbenutzer; Kommunikation ist die Grundlage richtig verstandenen Marketings; Sperry Univac nun auch im Minicomputerbereich; Sperry Rand erhöhte Nettoerträge im ersten Quartal. Weitere Kurzbeiträge behandeln den Einsatz von Univac-Computern bei verschiedenen Unternehmen (Sperry Rand GmbH, Geschäftsbereich Sperry Univac, Postfach 11 10, 6231 Sulzbach/Ts.).